Technisches Handeln –
Eine Studie zu einem zentralen Begriff Technischer Bildung

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophie

der Pädagogischen Hochschule Weingarten

Vorgelegt von:

Martin Binder, geboren am 11.04.1962

aus Wilhelmsdorf

Vorgelegt am: 10. Januar 2014

Weingarten 2014

Erstgutachter: Prof. Dr. Hartwig Mackeprang

Zweitgutachter: Prof. Dr. Christian Wiesmüller

Tag der mündlichen Prüfung: 28.10.2014

Vorwort

Die vorliegende Dissertation versucht, eine Lücke in der technikdidaktischen Forschung zu schließen. Die Bedeutung des technischen Handelns ist dort unumstritten, gleichwohl lag bislang keine Untersuchung vor, die sich diesem Thema grundsätzlich widmete. Hier wird daher eine Theorie des technischen Handelns entwickelt, und mit ihrer Hilfe werden technische Handlungen von Kindern beschrieben und analysiert. Eine leitende Intention ist, dass dadurch der Blick auf das Handeln von Schülerinnen und Schülern so geschärft werden kann, dass Lernprozesse im Unterricht verbessert werden können.

Ein Hinweis zu den Filmdokumenten: Datenträger mit sämtlichen Filmaufnahmen der Versuchsreihe liegen dem Prüfungsamt der Pädagogischen Hochschule Weingarten vor und können dort eingesehen werden.

Diese Untersuchung wäre nicht dieselbe, wenn mir die Hilfen und Diskussionen verwehrt geblieben wären, die ich erhalten habe.

Ein großes Geschenk war die Mischung aus Hinterfragung und Ermunterung, die ich von meinen beiden Betreuern Dr. Hartwig Mackeprang und Dr. Christian Wiesmüller erfahren habe. Dafür sei ihnen von Herzen gedankt.

Das gilt auch für Dr. Katja Mackowiak, die die Arbeit in der Phase der Vorstudie betreute. Ohne ihr Insistieren hätte ich nicht gelernt, Kindern diese Aufmerksamkeit zu schenken.

Außerdem gilt meine große Dankbarkeit

- Dr. Burkhard Sachs, Dr. Jakob Ossner und Dr. Ute Fischer für ihren scharfen Blick auf meine Überlegungen, den ich noch mehr zu schätzen gelernt habe, als es zuvor schon der Fall gewesen ist;
- der Schule der Kinder, die mich unterstützte, wo sie nur konnte, ganz besonders Herrn Ehinger, Herrn Elbs und Frau Greiner;
- Dr. Bernd Haasler für sein oft unbequemes „Sparring“, besonders in Bezug auf den experimentellen Zugang zum deskriptiven Teil;
- meiner Frau und meiner Mutter für ihre Hilfe beim Transkribieren und für ihr strenges „Rating“;

Nicht zuletzt gilt mein Dank der Pädagogischen Hochschule Weingarten, die mir mit einer Reduktion meines Lehrdeputats viel Freiraum ermöglichte.

Meine Kinder und meine Frau seien um Verzeihung gebeten für drei Jahre geistige Abwesenheit in der Familie.

Für

Carola, Claudia, Daniel, Dominik, Falco, Franz,
Hanja, Helene, Jakob, Jens, Jessica, Josephine, Leo,
Lilli, Lisa, Ludwig, Marion, Marita, Matthias,
Micha, Miro, Nelson, Naomi, Paolo, Piet, Rieke,
Rita, Sabrina, Stewart, Susanna und Thess.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 11

1.1 Anstoß und Intention der Studie 11

1.2 Die Bedeutung der Themenstellung 11

1.3 Die Fragestellungen der Studie 14

1.4 Forschungsdesign und methodische Ausrichtung der Studie 15

1.4.1 Methodische Grundsätze der pädagogischen Phänomenologie 16

1.4.2 Die Zielrichtung der hermeneutischen Methode 18

1.4.3 Merkmale qualitativer Forschungsmethoden 18

1.4.4 Übersicht über die Vorgehensweise 20

2 Phänomenologische Betrachtungen zum Handeln 23

2.1 Handlungsmerkmale 23

2.1.1 Das Handlungssubjekt 24

2.1.2 Offenheit der Handlungssituation 29

2.1.3 Der Modus der Handlung 30

2.1.4 Zusammenfassung 31

2.2 Der Handlungsprozess 31

2.2.1 Der Handlungsprozess als geradliniger Ablauf 33

2.2.2 Verzweigte Modelle des Handlungsprozesses 34

2.2.3 Der Zusammenhang zwischen Planung und Handlung 39

2.2.4 Bewusste und intuitive Planungsvorgänge 44

2.2.5 Modellvorstellungen zum Planen 46

2.3 Bewertungen und Entscheidungen 47

2.3.1 Entscheidungsfelder 47

2.3.2 Bewertungsmethoden 50

2.3.3 Bewertungshierarchien 50

2.4 Handlung als System – zur Handlungstheorie Günter Ropohls 52

2.4.1 Technik als System 52

2.4.2 Drei Systemkonzepte 54

2.4.3 Eine Handlung als System 55

2.4.4 Reichweite der Handlungssystemtheorie 57

2.5 Handeln als Form der Persönlichkeitsentfaltung 59

2.5.1 Identität als Entwicklungsaufgabe 59

2.5.2 Die kulturellen Grundlagen persönlicher Entwicklungsaufgaben 59

2.5.3 Entwicklungsfördernde Bedingungen 61

2.5.4 Genese der Fähigkeit zur intentionalen Selbstentwicklung 62

2.6 Handlungen als Formen interkultureller Kommunikation 63
2.6.1 Kultur als Verhaltensmuster 63
2.6.2 Identität als Schnittstelle zwischen Selbst- und Außenwahrnehmung 65
2.6.3 „Persönliche Objekte“ 67
2.6.4 Zusammenfassung 69

2.7 Ein allgemeines Handlungsmodell 70
2.7.1 Konstituenten einer Handlung 70
2.7.2 Handlungsverlauf und Entscheidungen 71
2.7.3 Die Zweck-Motiv-Mittelstruktur einer Handlung 74

2.8 Zusammenfassung 80

3 Technisches Handeln 81

3.1 Zum Technikbegriff 81
3.1.1 Phänomenologische Annäherung 82
3.1.2 Technikbegriffe unterschiedlicher Reichweite 87
3.1.3 Technik als Kulturbereich 99
3.1.4 Zusammenfassung 102

3.2 Zum Kontext technischer Handlungen 102
3.2.1 Handeln in technischen Berufen 102
3.2.2 Handeln in schwach und stark institutionalisierten Kontexten 103
3.2.3 Fundamentale technische Handlungen 108

3.3 Modi technischer Handlungen 110
3.3.1 Von der Zweckerfüllung zur Kunstfertigkeit der Handlung 111
3.3.2 Die Bedeutung von Regeln in technischen Handlungen 115

3.4 Bestimmung des Begriffs des technischen Handelns 117
3.4.1 Merkmale technischer Handlungen 117
3.4.2 Formen der Merkmalsausprägung 124

3.5 Ein allgemeines Modell technischer Handlungen 135

3.6 Technische Handlungsbereiche 140
3.6.1 Gruppierungen technischer Handlungen 140
3.6.2 Der Handlungsbereich Technikgenese 145
3.6.3 Der Handlungsbereich Verteilung 156
3.6.4 Der Handlungsbereich Technikverwendung 157
3.6.5 Der Handlungsbereich Technikauflösung 194

3.7 Zusammenfassung und Beantwortung der Forschungsfragen 197

4 Das Entscheidungsumfeld technischen Handelns 200

4.1 Die Mehrdimensionalität technischen Handelns 201

4.2 Rationalität und Sachzwänge 203

4.3 Technisches Handeln und ökonomische Zwänge 208

4.4 Ethische Aspekte technischen Handelns 211

4.4.1 Technisches Handeln und Verantwortung 212

4.4.2 Stufen der Verantwortungsübernahme 213

4.4.3 Das Subjekt der Verantwortung für technische Entwicklungen 214

4.5 Zusammenfassung und Beantwortung der Forschungsfragen 215

5 Technisches Handeln als Gegenstand Technischer Bildung 218

5.1 Zur Vorstellung einer allgemeinen Bildung 218

5.1.1 Technik im Fächerkanon allgemeinbildender Schulen 219

5.1.2 Technikunterricht als Beitrag zu einer personalen Bildung 223

5.2 Persönlichkeitsentwicklung durch Auseinandersetzung mit der Welt 225

5.2.1 Der Appell der Dinge an den Handelnden 225

5.2.2 Hantieren und Begriffsbildung 227

5.2.3 Zusammenhänge zwischen Effekterzeugung, Effektwahrnehmung und Handlungsregulation 229

5.2.4 Zum Begriff der elementaren Handlung 231

5.2.5 Zusammenfassung 233

5.3 Intentionale Selbstentwicklung und Selbstwirksamkeitserfahrungen 234

5.3.1 Zwei Dimensionen intentionaler Selbstentwicklung 234

5.3.2 Zum wissenschaftlichen Konstrukt des Selbstkonzeptes 235

5.3.3 Ergebnisse empirischer Forschung zum Selbstkonzept 237

5.3.4 Zusammenfassung 238

5.4 Technikunterricht: Lernen in zweckrationalen Handlungszusammenhängen 239

5.4.1 Die Entwicklung zweckgerichteten Handelns 240

5.4.2 Die Funktion von Gegenständen bei der Entwicklung zweckgerichteten Handelns 242

5.5 Zusammenfassung und Beantwortung der Forschungsfragen 243

6 Technische Handlungen von Kindern – eine deskriptiv-phänomenologische Untersuchung 245

6.1 Zum Rahmen des Forschungsinteresses 245

6.1.1 Das Hervorbringen als Moment des Menschlichen 245

6.1.2 Poiesis in der Pädagogik 247

6.1.3 Das Interesse an fundamentalen technischen Handlungen im Rahmen dieser Studie ... 249

6.2 Forschungsinteresse und Fragestellungen des deskriptiv-phänomenologischen Teils der Studie ... 249

6.2.1 Was ist das „Kinder-Werk"? Zur „empirischen Lücke" in der Technikdidaktik ... 251

6.2.2 Zur historischen Entwicklung der Methoden des Technikunterrichts ... 252

6.2.3 Zum Stand empirischer Forschung zum technischen Handeln von Kindern ... 257

6.2.4 Das Forschungsinteresse ... 263

6.2.5 Forschungsfragen ... 264

6.3 Untersuchungsmethoden ... 265

6.3.1 Design und Durchführung ... 266

6.3.2 Auswahl der Stichprobe ... 267

6.3.3 Erhebungsinstrumente ... 269

6.4 Datenerhebung ... 281

6.4.1 Operationalisierung der Fragen zur strategischen Ausrichtung der Handlungen ... 281

6.4.2 Kategorisierung der Daten zur technischen Sozialisation ... 283

6.4.3 Operationalisierung der Fragen zur Handlungsperformanz ... 284

6.5 Formen der Datendarstellung ... 285

6.5.1 Überblick über die Vorgehensweise bei der Datendarstellung ... 285

6.5.2 Die Instrumente zur Datendarstellung ... 287

6.6 Datenanalyse ... 299

6.6.1 Die strukturierten Handlungsbeschreibungen ... 299

6.6.2 Vergleichende Betrachtungen der Handlungsstrukturpläne ... 341

6.6.3 Übersicht über Häufigkeit und Verteilung der Strategien ... 350

6.6.4 Tragfähigkeit der präaktionalen Planung ... 351

6.6.5 Auswertung der Daten zur technischen Sozialisation ... 355

6.7 Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchung und Beantwortung der Forschungsfragen ... 360

6.7.1 Fragekomplex I: Strategische Formen der Handlungsregulation beim technischen Handeln von 9- bis 10-Jährigen ... 360

6.7.2 Fragekomplex II: Faktoren der technischen Sozialisation ... 364

6.7.3 Fragekomplex III: Forschungsmethodisches Instrumentarium ... 369

6.8 Diskussion der Ergebnisse des deskriptiv-phänomenologischen Teils der Studie ... 376

6.8.1 Die strategische Ausrichtung technischer Handlungen von Kindern im Eintrittsalter von Technikunterricht ... 376

6.8.2 Zum Aufbau von Wissen im Verlauf der Handlungen ... 380

6.8.3 Erkennbare Einflüsse der Techniksozialisation ... 383

7 Folgerungen für die Technische Bildung 385

7.1 Technisches Handeln als Gegenstand von Technikunterricht 385

7.1.1 Technisches Handeln im Unterricht: Zum Status Quo 385

7.1.2 Das Modell technischen Handelns als Suchfeld von Unterrichtsinhalten und -themen 388

7.2 Unterrichtsmethoden als Modelle technischen Handelns 394

7.2.1 Das Handlungsschema der Methoden des Technikunterrichtes 395

7.2.2 Ein handlungsorientiertes Modell der Methoden des Technikunterrichts 398

7.2.3 Plädoyer für den handelnden Zugang zur Technik im Unterricht 402

7.2.4 Wiesenfarths Ansatz elementarer technischer Handlungen 403

7.2.5 Lernen als Methode der Weltaneignung 407

7.2.6 Phasenschema der Unterrichtsmethoden 410

7.3 Technisches Handeln von Kindern und Jugendlichen als Schwerpunkt didaktischer Forschung 414

7.4 Schlussbemerkungen 416

Tabellenverzeichnis 419

Abbildungsverzeichnis 420

Versicherung an Eides Statt 423

Literaturverzeichnis 424

1 Einleitung

Ausgangspunkt der Beschäftigung mit technischem Handeln von Kindern und Jugendlichen waren langjährige Beobachtungen des Autors im Technikunterricht. In aller Regel sind Schülerinnen und Schüler dort mit Begeisterung bei der Sache, so konzentriert, dass es oft schwieriger ist, den Unterricht zu beenden als ihn zu beginnen. Es muss etwas in der handelnden Auseinandersetzung mit Technik gegeben sein, das Kinder und Jugendliche herausfordert und ihnen eine Bestätigung gibt, die sie in anderen Schulfächern nicht erhalten.

1.1 Anstoß und Intention der Studie

Dabei gibt es selbstverständlich unterrichtliche Zugänge zur Technik, die nicht so gut „funktionieren“. Schwierigkeiten bereitet immer wieder die „theoretische Phase“. Wird sie der praktischen vorangestellt, fragen die Schüler regelmäßig: „Wann fangen wir endlich an?“, so als ob das Besprochene für sie nicht relevant wäre. Dass dieses Verhalten kein generelles Desinteresse signalisiert, sollte sich von selbst verstehen. Es ist auch Ausdruck einer Ausgleichsfunktion, die einem Unterricht mit hohen praktischen Anteilen in der Sitz- und Buchschule zwangsläufig zukommt und die bei Schülern eine bestimmte Erwartungshaltung erzeugt.

Die Gründe liegen aber tiefer. Wenn Schüler an einer Problemlösung arbeiten und nicht weiterkommen, nehmen sie in aller Regel mit „weit geöffneten Kanälen“ an Diskussionen teil, erarbeiten sich eigenständig fehlende Informationen. Techniklehrer kennen das Phänomen, dass Schüler, die in anderen Fächern mit Schwierigkeiten lernen, im Technikunterricht besonders zuverlässig sind. Sie arbeiten ernsthaft an Problemen, übernehmen bereitwillig Verantwortung bei der Werkzeugorganisation und vieles mehr. Was, so lautet die grundsätzliche Frage, die den Anstoß zu dieser Studie gab, entdecken Kinder und Jugendliche im Technikunterricht, was sie in anderem Unterricht nicht finden? Eine erste Vermutung richtete sich auf eine Besonderheiten des technischen Handelns: Schüler sehen am Ende des Unterrichts ihr „Tagwerk“. Aber ist damit das gesamte Phänomen erklärt?

1.2 Die Bedeutung der Themenstellung

Claes Oldenburg wird die Äußerung zugeschrieben, Kunst solle etwas anderes tun, als im Museum auf dem Hintern zu sitzen. Angesprochen ist damit, dass die museal präsentierten

Artefakte das Ergebnis einer künstlerischen Auseinandersetzung sind und dass diese selbst, nicht ihre vergegenständlichte Form, das „Wesen“ von Kunst ausmacht.

Diese Aussage kann auf die Technik übertragen werden. Technische Gegenstände sind ohne die Handlungen, *mit* denen sie geschaffen wurden, besonders aber ohne einen Blick auf die Handlungen, *zu* denen sie geschaffen wurden, nicht wirklich zu verstehen. Die Form eines Schreinerhammers ergibt sich aus den Handlungen des Schreiners, der Schlosserhammer ist anders, eben *verwendungsspezifisch* gestaltet. Im Cockpit eines PKW sind die Handlungen, die zum Autofahren gehören, über die Bedienelemente räumlich angeordnet. Sollte jemand noch nie einen Autofahrer beim Fahren beobachtet haben, er könnte nicht verstehen, weshalb das Cockpit so gestaltet wurde.

Ropohl betont in seiner „Handlungssystemtheorie“, dass Technik im Grunde genommen erst entsteht, wenn in einer Handlung zwischen Mensch und Sachsystem eine „integrale Einheit“ zustande kommt (Ropohl 2009, S. 141). In der *technikwissenschaftlichen Literatur* ist es, neben Ropohl, hauptsächlich die Arbeitsgruppe um Banse und Grunwald, die das technische Handeln thematisiert. Grunwald geht so weit, die Technikwissenschaften als „Handlungswissenschaften“ zu bezeichnen (Grunwald 2006b, S. 57). Außerdem wird technisches Handeln in den *Arbeitswissenschaften* untersucht, dort unter Optimierungs- und Sicherheitsaspekten. In der *Philosophie* wird es seit Aristoteles´ Unterscheidung zwischen „Poiesis“ und „Praxis“ in verschiedenen Zusammenhängen diskutiert. Zentrale Fragestellungen sind dabei die Selbstentäußerung des Menschen in seinen Werken (Kulturphilosophie, Anthropologie, Existenzialismus), ethische Dimensionen, die aus der Akkumulation der Folgen technischen Handelns entstehen (Stichworte: „Prinzip Verantwortung“, Technikkritik) oder politische Dimensionen, etwa der Autonomieverlust der Individuen durch die Technisierung ihres Lebens. In der *Soziologie* werden Prozesse der Individuierung und Sozialisierung im Zusammenhang mit dem Verwenden von Artefakten untersucht („Persönliche Dinge“, symbolisch vermittelte Interaktion). In der *Psychologie* des Kindheits- und Jugendalters sind es v. a. Forschungen des „kulturökologischen Ansatzes“, zum Selbstkonzept und zur intentionalen Persönlichkeitsentwicklung, die sich mit dem zweckrationalen Handeln des Menschen befassen. In Bildungskontexten wird es in der *beruflichen Bildung* erforscht, dort mit deutlichen empirischen Schwerpunkten (Tacit Knowing, Arbeitsprozesswissen, Expertiseforschung).

Im Bereich der *Allgemeinbildung* muss dagegen eine Lücke zwischen postulierter Bedeutung und systematischer Forschung festgestellt werden. Die Rolle des Handelns in Lernprozessen

des Technikunterrichts wird in der didaktischen Literatur oft betont[1], in den Lehr- bzw. Bildungsplänen wird Handlungsorientierung als didaktisches Grundprinzip bezeichnet. Speziell auf technisches Handeln bezogene Studien sind jedoch nur vereinzelt vorhanden. Hier sind besonders die von Wiesenfarth, Biester und Möller zu nennen, deren Veröffentlichungen schwerpunktmäßig in der Primarstufe liegen.

Neben der Bedeutung des Themas in den Wissenschaften muss seine Relevanz im Alltag betont werden. Jeder Mensch führt technische Handlungen aus, jeden Tag von neuem und unzählig viele. Dies erfolgt in aller Regel, ohne dass die Handelnden eine systematische Unterweisung erhalten; sie tun es von sich aus, widerstrebend oder mit Begeisterung; unbeholfen oder gekonnt; sie arbeiten sich in komplizierte Abläufe ein, gerade Kinder und Jugendliche tun das stundenlang, über Tage und Wochen hinweg, bis sie die Handlung und den Gegenstand beherrschen.

Technisches Handeln scheint, neben der reinen Bedürfnisbefriedigung, einem Antrieb des Menschen zu folgen, vergleichbar dem Kommunizieren, dem Sich-Erholen, dem Sich-Bilden, dem Spielen. Es kann nur vermutet werden, aber es scheint nicht unwahrscheinlich zu sein, dass die Tatsache, dass sich Kinder und Jugendliche auch ohne schulischen Unterricht in der „Technosphäre“ zurechtfinden, dazu führt, dass Technikunterricht nicht zum obligatorischen Fächerkanon in allen Schularten und allen Altersstufen gehört. Eine Standardanekdote zum Verhältnis von Kindern zur Technik ist die, dass selbst Kinder im Vorschulalter den DVD-Player besser bedienen können als ihre Eltern. Unterschlagen wird dabei, dass Sozialisationsprozesse, die zu solchen Fertigkeiten führen, „reaktionär“ ablaufen. Sie werden durch ein Bedürfnis oder einen äußeren Impuls angeschoben und folgen dann überwiegend den Bedingungen der Situation und den Interessen der Beteiligten. Sie verlaufen überwiegend implizit ab, werden selten über die Bewusstseinsschwelle gehoben und hinterfragt.

Eine gezielte Förderung der sich in technischen Lebenszusammenhängen entwickelnden und bewährenden Persönlichkeit von Kindern und Jugendlichen kann auf breiter Ebene nur innerhalb allgemeinbildender Schulen geleistet werden. Soll dort das *technische Handeln* angemessen berücksichtigt werden, muss ein Begriff davon entwickelt sein, und es muss Wissen darüber vorhanden sein, wie die Ausgangslage beschaffen ist: *von wo* die Lernenden also *abgeholt* werden.

[1] Um nur einige Beispiele zu nennen: Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2013, S. 63), Schmayl (2013, S. 101 ff.), Wiesmüller (1999, S. 44f.) oder Sachs (2005).

An dieser Stelle setzt die vorliegende Arbeit an. Die Grundsätzlichkeit des Themenkomplexes öffnet die Bandbreite der Fragestellungen: Untersucht werden soll das technische Handeln. Dies erfordert, Grundsätzliches zum Handeln, zur Technik und zur Persönlichkeitsentwicklung des Menschen in die Untersuchung aufzunehmen.

1.3 Die Fragestellungen der Studie

Damit sind nicht unerhebliche Interessensbereiche umrissen, aus denen heraus die Forschungsfragen der Studie entwickelt werden.

Die erste Fragegruppe betrifft das *technische Handeln* selbst. Zunächst muss die Begrifflichkeit geklärt werden. Der Blick wird dabei in zwei Richtungen gelenkt: Nach innen auf den Kern des technischen Handelns (Kapitel 2 und 3), aber auch auf seine Grenzbereiche hin (Kapitel 4). Ziel ist eine modellhafte Beschreibung des technischen Handelns, mit deren Hilfe Theorie und Wirklichkeit besser aufeinander bezogen werden können (Kapitel 3.5). Auf seiner Grundlage soll ein Modell technischer Nutzungshandlungen entwickelt werden (Kapitel 3.6.4), das nicht zuletzt Grundlage des Designs der phänomenologisch-deskriptiven Untersuchung sein wird.

Konkrete Fragestellungen des ersten Bereiches sind:

- Mit welchen Merkmalen kann technisches Handeln beschrieben werden?
- Wie sieht eine typische Verlaufsstruktur einer technischen Handlung aus, besonders die einer Nutzungshandlung?
- Wie kann die Einbindung technischen Handelns in die Lebenszusammenhänge, aus denen heraus es entsteht, beschrieben werden?

Die zweite Fragegruppe richtet sich auf die Bedeutung *technischen Handelns im Kontext Technischer Bildung*. Dazu muss zunächst der Begriff der Allgemeinbildung näher bestimmt werden (Kapitel 5.1). Anschließend wird die Funktion technischen Handelns für die Persönlichkeitsentwicklung von Kindern und Jugendlichen geklärt (Kapitel 5.2 und 5.3). Auch hier muss der Blick nach innen und nach außen gerichtet sein: Auf die Person hin bzw. auf das Bild, das sie sich von sich selbst macht, und nach außen hin, auf das Bild, das sie in der sozialen Kommunikation von sich entwirft (Kapitel 5.4).

Die zu erforschenden Fragen lauten hier:

- Welche Funktion kommt dem Handeln mit Gegenständen in der Persönlichkeitsentwicklung zu?

- Welcher Einfluss kann technischem Handeln auf die Entwicklung genereller Handlungsfähigkeiten zugeschrieben werden?

Eine dritte Fragegruppe ist auf das *technische Handeln von Kindern* gerichtet. Es soll überprüft werden, inwiefern sich die Modellvorstellung technischen Handelns in den Handlungen von Kindern beobachten lassen. Dazu muss ein Verfahren entwickelt werden, mit dessen Hilfe die Handlungen so beschrieben werden können, dass sich wesentliche Merkmale erfassen lassen. Die konkreten Fragestellungen zu diesem Komplex werden in Kapitel 6.2.5 ausgeführt.

Folgerungen für die Technische Bildung[2] werden aus den Ergebnissen der Studie vorwiegend in drei Bereichen erwartet: Zunächst können sie dazu dienen, den Gegenstandsbereich von Technikunterricht um den Aspekt des technischen Handelns zu erweitern (Kapitel 7.1). Zweitens kann ein besseres Verständnis der Merkmale und des Prozesscharakters technischen Handelns genutzt werden, um dessen modellhafte Entsprechungen in den Methoden des Technikunterrichts weiterzuentwickeln – in Kapitel 7.2 werden erste Ansätze dazu entworfen. Drittens wird erwartet, dass ein besseres Verständnis technischer Handlungen von Kindern und Jugendlichen den Blick auf ihr Handeln im Rahmen des Technikunterrichts schärft. Die Chancen, die in einem selbstständigen, probehandelnden Zugang zu technischen Problemen stecken, sollen besser wahrgenommen werden. Das beinhaltet die Möglichkeit, das Instrumentarium der Datenerfassung dieser Studie als Werkzeug zur Diagnose technischen Handelns von Schülerinnen und Schülern zu nutzen (Kapitel 7.3).

1.4 Forschungsdesign und methodische Ausrichtung der Studie

Die Untersuchung richtet sich mit ihren Fragestellungen auf Bildungsaspekte und Kulturphänomene, sie ist in den Zusammenhang *geisteswissenschaftlicher Pädagogik* einzuordnen. Sie ist auf Erkenntnisse anderer Wissenschaftsbereiche angewiesen, allen voran aus der Technik- und der Kulturphilosophie, aus der pädagogischen Anthropologie, aus der Entwicklungspsychologie und aus der Techniksoziologie.

Die zu untersuchenden Fragen richten sich hauptsächlich auf Qualitäten und Relationen, weniger auf Quantitäten. Daher wird auf Forschungsmethoden zurückgegriffen, mit denen Qualitäten erfasst werden können. Danner weist mit Nachdruck darauf hin, dass geisteswissenschaftliche Pädagogik, die auf anthropologische Grundstrukturen gerichtet ist, deren Inhalte

[2] Ein Hinweis zur Schreibweise: Im Begriff „Technische Bildung“ werden in dieser Untersuchung beide Wörter großgeschrieben. Damit soll auf die Verkürzung hingewiesen werden, die ihm zugrunde liegt.

Sinnzusammenhänge, Werte und persönliche Einmaligkeit sind (vgl. Danner 2006, S. 27), auf das Hinschauen, Beschreiben und Deuten angewiesen ist. Dafür bieten sich Methoden der phänomenologisch-deskriptiven und der hermeneutischen Forschung an (vgl. auch Tschamler 1996, S. 30).

1.4.1 Methodische Grundsätze der pädagogischen Phänomenologie

Die Phänomenologie[3] betrachtet von der Wortbedeutung her *Erscheinungen.* Allerdings sind damit nicht einfach materielle Dinge oder Vorgänge gemeint, vielmehr hat sie es mit „Bewusstseins-Gegebenheiten" (Danner 2006, S. 133) und dem „Wesen" sinnbeladener Situationen zu tun – sie werden auch als „intentionale Gegenstände" bezeichnet (a. a. O. [4], S. 147; dazu auch: Tschamler 1996, S. 33 f.).

Phänomenologische Betrachtung setzt eine vorurteilsfreie Haltung des Forschers voraus. Sie soll über die Beschreibung zur *Wesenserfassung* ihres Gegenstands führen. Die vorurteilsfreie Einstellung hält die Wahrnehmung des Betrachters offen und soll helfen, ein Denken in eingefahrenen Bahnen zu vermeiden. Danner verdeutlicht das an den Deutungsmöglichkeiten, die störrisches Verhalten eines Dreijährigen bietet: Von vermeintlichen Anzeichen des Trotzalters bis hin zu einer Reaktion auf situative Gegebenheiten sind viele Gründe denkbar, und nur ein möglichst unvoreingenommener Blick wird sie in ihrer Breite ausloten können. Auch Kuhn weist auf die Gefahr der Voreingenommenheit eines Betrachters hin. Er beschreibt, wie Philosophiestudenten in seinen Vorlesungen in historische Texte ihr (historisch später entstandenes) Wissen über die Zeit, aus der die Quellen stammten, hineinlasen und damit zunächst eine neutrale Betrachtung der Quellen verhinderten (Kuhn 1978, S. 53).

Die Intention grundsätzlicher Offenheit erfordert eine Beschreibung des Forschungsgegenstands, in der Engführung und eindimensionale Fokussierung vermieden werden. Der Forscher muss sich bemühen, nur das Phänomen zu beschreiben, und zwar so genau, einfach und vollständig wie möglich (Danner 2006, S. 169). Er muss aber bedenken, dass seine Beschreibung „einen bestimmten Denkvorgang und eine *spezifische Einstellung dem Gegenstand gegenüber"* darstellt (a. a. O., S. 172).

[3] Danner unterscheidet Formen *angewandter Phänomenologie* (z. B. die „Phänomenologie der Lebenswirklichkeit" von Merleau-Ponty), die *pädagogische Phänomenologie* (Bollnow, Lévinas) und eine *formal strenge Phänomenologie*, die sich direkt auf Husserl bezieht, voneinander.

[4] Zwei Hinweise zur Zitation: Bei der Unterscheidung der Verweisungsabkürzungen wird Peterßen et al. gefolgt (vgl. Peterßen 1991, S. 141f.). Hervorhebungen in Zitaten folgen dem Original, auf Abweichungen wird gesondert hingewiesen.

Ziel der Phänomenologie ist nicht die Beschreibung singulärer Sachverhalte, sondern die „Wesenserfassung“ dessen, was untersucht wird. Der Wesensbegriff ist philosophisch problematisch. Er beansprucht, das immer Gleichbleibende einer Sache, das „unter“ der Oberfläche Liegende bzw. das die eigentliche Wahrheit eines Sachverhalts Repräsentierende zu benennen. Dabei ist sein Bezugsrahmen unklar: Es wird von „dem Wesen“ gesprochen, obwohl sich hinter einer Wesenszuschreibung immer die Interpretation des Sprechers bzw. der Sprecherin verbirgt. Ist das Wesentliche einer Sache eine Eigenschaft, die ihr innewohnt oder gibt es allgemeine Wesenheiten, wie sie von Platon postuliert, von Brentano dagegen für unmöglich erklärt wurden (vgl. Stegmüller 1989, S. 19)? Danner entwirft die Wesensschau als Abstraktionsverfahren: „Auch hier können wir sagen, dass das Wesen in dem *Invarianten* und *Allgemeinen* besteht, das sich beim Variieren desselben Gegenstandes heraus kristallisiert. Es gilt, alles Zufällige auszuscheiden.“ (Danner 2006, S. 174) Er zitiert, um zu verdeutlichen, was konkret damit gemeint ist, Ausschnitte aus Langevelds Studie „Das Erziehungsverhältnis der Eltern zum Kinde“. Es stellt sich beim Lesen solcher Beschreibungen ein „Gefühl der Richtigkeit“ und des Verständnisses des Beschriebenen ein, dessen Zustandekommen nicht eindeutig erklärt werden kann.

Tschamler stellt eine Parallele dieses *unmittelbaren Verständnisses* zum Begriff der „Evidenz“ her. Damit sind Sachverhalte bezeichnet, deren Einsichtigkeit nicht ernsthaft bestritten werden kann (Tschamler 1996, S. 41 f.). Um zu solchen Wesenseinsichten gelangen zu können, empfiehlt Schmitz einen methodischen Dreischritt: Er beginnt mit dem *deskriptiven Stadium*, in dem der Gegenstand in seinem Daseinszusammenhang beschrieben wird. Es folgt das *analytische Stadium*, in dem das Beschriebene in seinen „Grundzügen“ unterschieden und dargestellt wird. Im *kombinatorischen Stadium* werden die analysierten Grundzüge in einen größeren Sinnzusammenhang eingebunden, wodurch das Invariante herausgearbeitet werden kann. Der Wandel der Betrachtungsweise erfordert eine jeweils angepasste Ausdrucksform. Während im deskriptiven Stadium auf die Alltagssprache des Gegenstandsbereichs zurückgegriffen werden kann und soll, müssen Ausführungen des dritten Stadiums in einer wissenschaftlich präzisen Sprache getroffen werden (vgl. Tschamler 1996, S. 42)[5].

[5] Ob tatsächlich unterschiedliche Sprachstile einen wesentlichen Unterschied ausmachen, scheint zumindest strittig. Das Verwenden von Fachbegriffen in wissenschaftlichen Texten ist zunächst dem Bestreben nach Genauigkeit geschuldet. In der Sprachtheorie wird zwischen den Sprachebenen des Syntaktik (Beziehung der Zeichen untereinander), der Semantik (Beziehung zwischen den Zeichen und den bezeichneten Gegenständen) und der Pragmatik (Beziehung zwischen den Zeichen und den Personen, die sie verwenden) unterschieden (vgl. Tschamler 1996, S. 19). Die Besonderheit wissenschaftlicher Sprache liegt vorwiegend in der pragmatischen Ebene begründet. Dort sollen Aussagen getroffen werden, die über einen Einzelfall hinaus Gültigkeit beanspru-

1.4.2 Die Zielrichtung der hermeneutischen Methode

Als Inbegriff der Hermeneutik gilt der *hermeneutische Zirkel* als Verfahren der Textinterpretation. Dort geht es darum, ein Vorverständnis mithilfe eines Textes zu erweitern, um mit dem erweiterten Verständnis den Text bzw. verwandte Sachverhalte besser verstehen zu können, sodass das Verständnis wiederum erweitert werden kann usw. Danner betont, dass der entscheidende Begriff hierbei der des *Verständnisses* ist, der vom Begriff der *Erklärung* unterschieden werden muss. Während Erklärungen kausale Abhängigkeiten beschreiben, bei denen ein Sachverhalt auf eine oder mehrere Ursachen zurückgeführt bzw. daraus ein Prinzip abgeleitet wird, sind „sinn-volle" Zusammenhänge nicht ursächlich. Die in ihnen enthaltenen Bedeutungen sind von Menschen zugewiesen, sie können eben „nur" verstanden werden. Im Umkehrbeschluss bedeutet das, dass Sinnbezüge nicht mit kausalen Erkenntnismethoden erfasst werden können. Die hermeneutische Methode versucht demgegenüber, ein fortschreitend besseres Verständnis sinnhafter Zusammenhänge durch immer genaueres Betrachten und Erfassen zu erzielen.

Vor dem Hintergrund der Fragestellungen dieser Studie ist bemerkenswert, dass Danner die Besonderheit der hermeneutischen Methode an finalen Zusammenhängen expliziert: „Einen Stein können wir im Sinne der Naturwissenschaft analysieren, also nach Gewicht, Umfang, Inhalt, Fallgeschwindigkeit, nach seiner chemischen Zusammensetzung, nach seiner Entstehung. Derselbe Stein kann aber auch von einem Steinzeitmenschen behauen sein; er mag in einer Mauer eingefügt sein oder zur Beschwerung des Dachs auf einer Hütte liegen. Die natürlichen Eigenschaften können der Erklärung zugeordnet werden; seine menschliche Verwendung *als* Werkzeug, *als* Baumaterial, *als* Gewicht wird dagegen verstanden. [...] *Verstehen* ist das Erkennen von etwas als etwas (Menschliches) und gleichzeitig das Erfassen seiner Bedeutung: Irgendwelche Laute erkenne ich als Worte und erfasse deren Bedeutung." (a. a. O., S. 39)[6]

1.4.3 Merkmale qualitativer Forschungsmethoden

Die hier angedeuteten unterschiedlichen Fragestellungen sind gleichbedeutend mit unterschiedlichen Fragehaltungen. Während für die Erforschung von Kausalzusammenhängen die Rahmenbedingungen und Determinanten möglichst eindeutig bestimmt werden müssen, er-

chen können, und dies soll mit anderen Wissenschaftlern möglichst klar diskutiert werden können. Darin unterscheidet sich eine Wissenschaftssprache aber nicht von der Alltagssprache.

[6] Zum Diskurs zwischen den „Philosophen des Verstehens" und den „Philosophen des Erklärens": Hübner (2002).

fordert der Blick auf Sinnzusammenhänge eine grundsätzlich offene, nur bedingt fokussierte Ausrichtung. Eine zu starke Führung des Blicks grenzt Teilphänomene aus, die wesentlich für das Verständnis sein können. Inwiefern sie das sind, lässt sich oft erst zu einem relativ späten Zeitpunkt erkennen. Flick et al. beschreiben das forschungsmethodische Dilemma, das aus den Gegensätzen *Offenheit versus Fokussierung* und *Verstehen versus Erklären* erwächst, folgendermaßen: „Für qualitative Forschung ist typisch, dass der untersuchte Gegenstand und die an ihn herangetragene Fragestellung den Bezugspunkt für die Auswahl und Bewertung von Methoden darstellen und nicht [...] das aus der Forschung ausgeschlossen bleibt, was mit bestimmten Methoden nicht untersucht werden kann." (Flick et al. 2007, S. 22 f.) Dazu muss sich der Forscher in den Verwirklichungskontext, in die zu untersuchende Situation hineinbegeben und sie zunächst so genau wie möglich erfassen. „Die genaue Beschreibung von Lebenswelten soll zu einem besseren Verständnis spezifischer kultureller Selbstverständlichkeiten, Handlungsformen und -strategien beitragen, um Strukturen und Muster ihrer sozialen Reproduktion sowie ihre Eigenrationalitäten zu erkennen." (a. a. O., S. 107)

Eine direkte, unmittelbare Beobachtung der Lebenswelt bietet demnach die größte Chance, ihre Vielfältigkeit erfassen zu können. Dabei entsteht aber das Problem, dass in einer eher distanzierten („nicht-teilnehmenden") Beobachtung feine Unterschiede schlechter erkannt werden können und dass der Forscher auch keine Möglichkeit hat, Verständnisfragen zu stellen. Begibt er sich dagegen direkt in das Geschehen („teilnehmende Beobachtung"), steigt die Chance, „Wesenhaftes" zu erkennen, aber auch die Gefahr der Beeinflussung des Gegenstands durch den forschenden Zugriff. Dies würde zu einer Einschränkung der Validität der erfassten Daten führen und sollte daher vermieden werden. Da dies faktisch unmöglich ist, müssen erstens wichtige Gründe für einen Eingriff vorliegen, die Einflüsse müssen zweitens dokumentiert und ihre verfälschenden Effekte drittens diskutiert werden.

Der Vorteil einer unmittelbaren Nähe des Forschers zu seinen Probanden kann unter bestimmten Fragestellungen jedoch nicht hoch genug eingeschätzt werden. Er kann feinste Ausprägungen und auch Veränderungen in Zuständen erfassen, und er kann sich so einbringen, dass ein Verstehen ermöglicht werden kann, wo es sonst vielleicht ausgeschlossen wäre. Dabei sind laut Flick et al. Fachkompetenz und Empathie des Beobachters von entscheidender Bedeutung: Es waren „vor allem das situationsangemessene Handeln des Beobachters, sein geschulter Blick und seine Fähigkeiten, heterogenes Material zu einer plausiblen Beschreibung zu verdichten, [...] an denen sich die Qualität der [von Flick et al. untersuchten]

Studien entschied.“ (a. a. O., S. 388) Verfahren, die wiederholt als geeignet dargestellt werden, um solche Zusammenhänge zu erfassen, sind offene Formen der Handlungsbeschreibung (Tschamler 1996, S. 174; Flick et al. 2007, S. 388; Danner 2006, S. 169 f.), beispielsweise die „dichte Beschreibung“. An diesen Erkenntnissen orientiert sich die vorliegende Studie.

1.4.4 Übersicht über die Vorgehensweise

Die Phänomenologie führt den Forscher in gewisser Hinsicht „vor“ alle anderen wissenschaftlichen Betrachtungen, indem sie den naiven, vorurteilsfreien Blick einfordert. Sie kann jedoch alleine kaum ausreichen, um Sinnzusammenhänge umfassend zu analysieren. Danner empfiehlt, phänomenologisches Beschreiben zu ergänzen „durch Verstehen, also durch hermeneutisches Vorgehen, aber auch durch normative Reflexion. Schon bei der phänomenologischen Bestandsaufnahme kann empirisch-analytisches Vorgehen notwendige Ergänzung sein.“ (Danner 2006, S. 185) Der Empfehlung zur methodischen Mehrfachstrategie wird in der vorliegenden Untersuchung gefolgt.

Es wurde folgender Aufbau entwickelt:

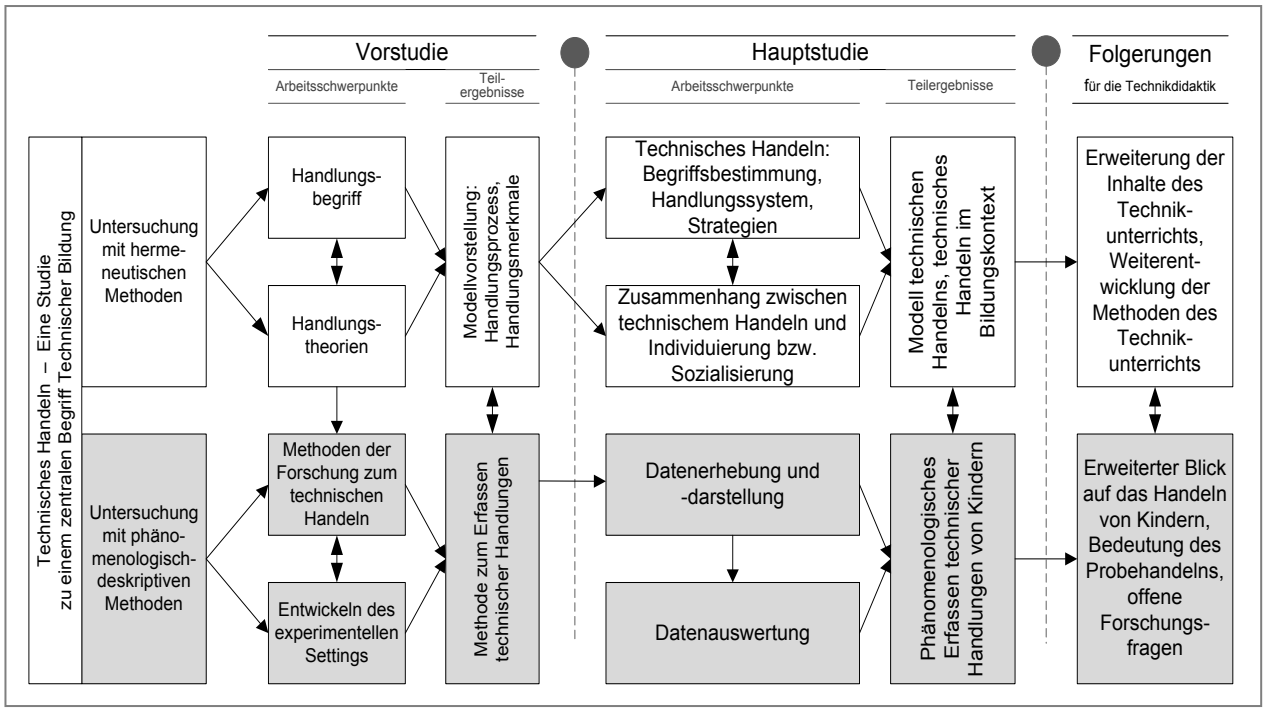


Abbildung 1: Forschungsdesign der Studie

In der Vorstudie wurde Grundlagenarbeit im Bereich der Handlungstheorien und bei der Entwicklung des deskriptiven Instrumentariums geleistet. Die erarbeiteten Handlungs-

modelle bilden das Grundgerüst für die Modellentwicklungen der Hauptstudie. Dazu musste die Literatur zur Handlungsforschung gesichtet und mit hermeneutischen Verfahren aufgearbeitet werden. Parallel dazu wurde ein experimentelles Setting entwickelt, mit dessen Hilfe die Fragen nach den Handlungsweisen der Kinder beantworten werden können. Zur Darstellung und Auswertung der Daten wurde ein Kategoriensystem entwickelt und erprobt.

In der Hauptstudie wird diese Grundstruktur des methodischen Zuschnitts beibehalten. Die Klärung der Begrifflichkeit und die Erarbeitung einer Theorie technischen Handelns erfordern hermeneutisches Vorgehen. Für die Beschreibung der Handlungen der Kinder wurde die Darstellung und Auswertung der Daten verfeinert. Es wurde eine Form der verdichteten Beschreibung entwickelt, in die sowohl freie Beobachtungen als auch die Merkmalsausprägungen der Handlungsstrategien einfließen können. Sie bietet eine Klammer für die Darstellung der Ergebnisse des deskriptiven und analytischen Stadiums der phänomenologischen Betrachtung. Sie werden anschließend zusammengeführt, um wesentliche Aspekte der untersuchten Zusammenhänge verdeutlichen zu können.

Ein die Einleitung abschließender Hinweis zur Versprachlichung der Gedanken des Autors: Diese Untersuchung wird innerhalb der Didaktik allgemeinbildenden Technikunterrichts verortet. Unten wird ausgeführt werden, dass der Begriff der Allgemeinbildung beinhaltet, dass er sich auf alle Mitglieder des Bildungssystems bezieht, also auf Mädchen und Jungen, auf Lehrerinnen und Lehrer gleichermaßen. Eine Vorstellung, das „Urhumanum Technik“[7] beträfe nur eines der Geschlechter, oder das eine mehr als das andere, verkennt die Wirklichkeit so sehr, dass solche Stereotypen für den Autor nicht nachvollziehbar sind. Es bedurfte der Handlungsbeobachtungen, die einen wichtigen Teil dieser Arbeit bilden, nicht, um das zu belegen – sie könnten aber dazu herangezogen werden.

Wenn in der Folge bei personenbezogenen Äußerungen die männliche Form bevorzugt genutzt wird, so geschieht das aus Gründen der Tradition und der einfacheren Lesbarkeit. Selbstverständlich ist mit der sprachlichen Form nicht das Geschlecht der Personen gemeint, sodass sich alle Äußerungen immer auf Mädchen und Jungen, auf Frauen und Männer beziehen. Eine konsequente Erwähnung beider Geschlechter führt zu langen Wiederholungen, die der Sache nur bedingt gerecht werden. Ein Beispiel aus dem Bildungsplan Baden-Württemberg zeigt, wie aus guter Absicht schwer lesbare Kost wird. Dort heißt ein Inhaltsbereich „Erfinderinnen, Erfinder, Künstlerinnen, Künstler, Komponistinnen und Komponis-

[7] Schadewaldt (1957, S. 10)

ten entdecken, entwerfen und bauen, stellen dar“ (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg 2004, S. 107). Burkard Müller schreibt in der „Süddeutschen Zeitung“ zum Problem des sprachlichen Ausgrenzens weiblicher Substantiv-Formen: „Man muss, wenn man ehrlich ist, zugeben, dass das Deutsche hier einstweilen keine guten Lösungen bietet [...]. Sprache ist nicht starr, sehr wohl aber viskos, sie tendiert zu Zäh- und Trägheit.“ (Müller 2013). Die Hoffnung ist gering, dass dieses Problem auf kurze Sicht gelöst sein wird.

2 Phänomenologische Betrachtungen zum Handeln

Überlegungen zum technischen Handeln müssen vom Handeln selbst ausgehen. Das Technische am Handeln und das Handeln am Technischen werden jeweils aus einer gesonderten Perspektive zu beleuchten sein.

Zunächst muss angemerkt werden, dass, obwohl die Fähigkeit zum Handeln als anthropologisches Bestimmungsmerkmal gelten kann, also zur Bestimmung dessen, was den Menschen als solchen ausmacht, was ihn vom Tier beispielsweise unterscheidet – dass trotz dieser Bedeutung wenig domänenübergreifende Untersuchungen vorliegen. Die Theorie der Sprechakte; Modelle des sozialen, künstlerischen, politischen, kommunikativen Handelns; Untersuchungen zum Handeln unter Zeitnot und zu Handlungsfehlern, zu motivationalen und volitionalen Grundlagen – die Liste lässt sich weit fortführen. Allerdings finden sich kaum globale Beschreibungs- und Erklärungsmodelle, die Handlungen an sich, in ihrer ganzen Weite, erfassen und auf die hier zurückgegriffen werden könnte. Es scheint daher geboten, sich dem Phänomen des Handelns schrittweise zu nähern, es umkreisend aus verschiedenen Richtungen zu betrachten, um dabei einen Handlungsbegriff zu präzisieren, der als Grundlage für die weiteren Betrachtungen dienen kann. Diese Annäherung wird Fragestellungen öffnen, die zu ungeklärten Bereichen der Wissenschaften führen: Wie greifen Wissen und Können im Handeln ineinander? Wie kann die „Geist-Hirn-Lücke“ beschrieben werden? Wie entstehen Handlungsabsichten und wie werden sie mit Werten „aufgeladen“? Weshalb handelt der Mensch oft, ohne dass er dazu durch eine existentielle Not gedrängt wird? Wieso handelt er oft nicht, obwohl er es vielleicht sollte? Wie wird der eine Mensch zum „Macher“, der andere nicht? Und: Was genau meinen wir, wenn wir vom Handeln sprechen?

2.1 Handlungsmerkmale

Die Frage, ob für diese Arbeit auf einen einheitlichen Handlungsbegriff zurückgegriffen werden kann, ist nicht einfach zu klären. In der handlungstheoretischen Literatur werden in der Regel Merkmale von Handlungen aufgelistet und an Alltagsbeispielen veranschaulicht, was eine Handlung von anderen Tätigkeitsformen unterscheidet (z. B. bei Boesch 1980, Cranach 1994, Groeben 1986, Heckhausen und Heckhausen 2006, Miller et al. 1991). Dadurch entfaltet sich eine Vielzahl von Ansätzen, die deutliche Schnittmengen haben, die aber auch auf unterschiedlichen Begrifflichkeiten aufbauen, sodass ein Vergleich schwieriger

ist, als es zunächst den Anschein macht[8]. Zum Überblick können Lerch (2001), Reckwitz (2004) und Binder (2012a) herangezogen werden.

Bei allen Beispielen für intelligentes, auf Lernprozessen aufbauendes Vorgehen von Tieren wird die Zuschreibung, handeln zu können, in aller Regel dem Menschen vorbehalten. Als Handeln wird demnach in einer ersten Annäherung ein von Menschen initiierter und ausgeführter, aktiver Prozess bezeichnet, der von verschiedenen Faktoren beeinflusst wird. Über folgende Faktoren besteht in der Literatur Einigkeit:

2.1.1 Das Handlungssubjekt

Der Begriff der Handlung setzt einen Akteur voraus, eine „Einheit", von der die Handlung ausgeht, ausgeführt und reflektiert wird. Dieser Akteur kann eine Person sein, aber auch eine Organisation[9] – daher wird von manchen Autoren die Bezeichnung „Handlungssubjekt" bevorzugt.

Eine Handlung wird *bewusst* ausgeführt. Einzelne Sequenzen laufen dabei unterhalb der Bewusstseinsschwelle ab: das Schalten beim Autofahren, das Schlagen eines Returns beim Tennisspielen. Sie bleiben aber immer bewusstseinsfähig, können bei Bedarf in den Aufmerksamkeitsfokus gehoben werden. Darin unterscheidet sich die Handlung von Reflexen, von biologisch determiniertem Verhalten, von einem Befolgen gesellschaftlich-normierter „Skripte" oder von Befehlen, die unter existenzieller Not ausgeführt werden.

Durch die Begrenzung des Begriffs auf Aktionen des Menschen bzw. einer menschlichen Organisation führen Handlungstheorien letztlich auf das zugrunde liegende Menschenbild zurück. Dieses geht in der Tradition der Aufklärung von einem eigenständig agierenden, mit freiem Willen und dem Gefühl der Verantwortlichkeit ausgestatteten Menschen aus (Meinberg 1988, S. 5). Er darf, so Kant, nie reines Mittel zum Zweck sein, sondern stellt immer ein Zweck an sich dar (Kant 1977, S. 59). Dies impliziert, dass einer Person eine grundlegende *Willens- und Handlungsfreiheit* zuerkannt wird. Eine Handlung kann so oder anders ausgeführt werden, und sie kann auch unterlassen werden. Das Unterlassen einer Tätigkeit wird als Handlung interpretiert, wenn es auf einer bewussten Entscheidung beruht und wenn das

[8] Strittig ist schon die Frage, wie die Begriffe *Verhalten* und *Handeln* in Beziehung gesetzt werden. Aebli beispielsweise sieht Verhalten als Oberbegriff und ordnet Handeln, angeborene Aktionen usw. unter (Aebli 1980). Andere Autoren (z. B. Brandtstädter 2001, Dörner 1987, Greve 1994, Heckhausen und Heckhausen 2006) verwenden den Begriff *Verhalten* als Bezeichnung für angeborene Aktionsformen, die durchaus zielgerichtet sein können, aber nicht intentional und damit kein Handeln sind.

[9] Vgl. Ropohl (2009, S. 93 ff.), der u. a. deshalb von „Handlungssystemen" oder „Handlungsträgern" spricht, weil auch Organisationen und Institutionen Wirkungen entfalten, die alle notwendigen Merkmale einer Handlung enthalten.

Nicht-Ausführen wirksame Folgen für die Umgebung des Subjektes hat („unterlassene Hilfeleistung“. Zu Formen der Handlungsunterlassung: Brennenstuhl 1981, S. 41).

Mit der Willens- und Handlungsfreiheit sind Aspekte der Verantwortung und der Gerechtigkeit verbunden. Wenn einem Individuum die Freiheit zugesprochen wird, nach eigenem Willen zu handeln, muss dies für alle anderen Individuen auch gelten. Da Handlungen Folgen haben, die Andere beeinträchtigen, schränkt die freie Willensentscheidung des einen potentiell die Freiheit eines anderen ein. Rawls formuliert: „Jeder hat gleiches Recht auf das umfangreichste Gesamtsystem gleicher Grundfreiheiten, das für alle möglich ist.“ (Rawls und Vetter 1975, S. 336) An mehreren Stellen verankert er in diesem *Grundsatz von Gerechtigkeit* das wechselseitige Verhältnis von Einzelnem und Gemeinschaft: Hinter einer Entscheidung wird zunächst die Grundfreiheit des Individuums gesehen. Wer beispielsweise seinen Unmut über eine politische Entscheidung öffentlich äußert, macht von seinem Grundrecht der freien Meinungsäußerung Gebrauch. Könnte er seine Vorstellungen verwirklichen, würden Interessen anderer beeinträchtigt. Diese wiederum müssen in einer gerechten Gesellschaft dasselbe Recht und in gewissem Maße auch dieselben Möglichkeiten besitzen, auf das Durchsetzen ihrer Wünsche Einfluss zu nehmen.

Dabei sollte vor einer Entscheidung die Handlungsumgebung beachtet werden. Entscheidung und Handlung finden in einem Umfeld an Bedingungen statt und wirken wiederum darauf zurück. Das Umfeld besteht aus sächlichen, räumlichen, auch zeitlichen Dimensionen. Vergangene Entscheidungen des Handelnden hatten bereits Auswirkungen auf andere (oder auf Zustände, auf die Umwelt, auf Sachverhalte), und die jetzige wird es wieder haben.

Die amerikanische Philosophin Nussbaum weist darauf hin, dass in Rawls Ansatz zwar gesellschaftliche Ungleichheiten genauso berücksichtigt sind wie persönliche Prägungen, die aus individuellen Interessen und Fähigkeiten entspringen, dass aber deren Gewichtung nicht angemessen austariert sei, „da sich zwei Menschen mit demgleichen Wohlstand und identischem Einkommen ganz erheblich darin unterscheiden können, was sie tatsächlich zu tun oder zu sein vermögen.“ (Nussbaum 2013, S. 6) Den Anspruch einer gerechten Gesellschaft sieht sie daher eng verbunden mit der Verpflichtung, bei der Abwägung zwischen Eigen- und Fremdinteressen die Persönlichkeit der anderen Betroffenen in die Betrachtung einzubeziehen. Es sei hier ergänzt: Dort, wo von einer Handlung keine Menschen, sondern „die Natur“ betroffen ist, kann aus Nussbaums Einwand eine Verpflichtung abgeleitet werden, den Eingriff in den Zustand der Natur zu bedenken.

Letztlich kommt die Vorstellung gleichzeitig verwirklichter Freiheit des Einzelnen und gesellschaftlicher Gerechtigkeit nicht ohne den Begriff der *Verantwortung* aus. Es genügt nicht, über einen Gerechtigkeitsbegriff zu verfügen, sondern es muss die Verpflichtung gespürt werden, bei einer Handlung Gerechtigkeitsüberlegungen tatsächlich zu berücksichtigen. In diesem Zusammenhang ist Schulz´ Formulierung, Verantwortung solle als „Bezugskategorie" verstanden werden, da sie eine Verbindung zwischen dem Akteur und seiner Umwelt herstellt, von Bedeutung. „Verantwortung ist immer schon [...] Verantwortung *vor*… und Verantwortung *für*…" (Schulz 1984, S. 632). Sie ist dem Handelnden mit der Freiheit aufgegeben – Schulz spricht von der „Forderung des *ethischen Engagements*" (a. a. O., S. 630). Das „Verantwortung *für*" verlangt vom Handelnden, dass er die Folgen seines Tuns beachtet, ja sogar, dass er sich verpflichtet fühlen muss, notfalls auch räumlich, zeitlich oder kausal weit entfernte Folgen seines Tuns zu bedenken. Das „Verantwortung *vor*" fordert eine Rechtfertigung vor sich selbst, vor „dem anderen", vor der Handlungsumwelt. Verantwortung für sein Handeln zu übernehmen, schließt die Beachtung der geschichtlich entstandenen ethischen Denkweisen ein. Wenn eine Gesellschaft davon ausgeht, dass der Mensch einen Zweck an sich darstellt, dann ist der in ihr einvernehmlich Handelnde aufgefordert, seine Entscheidungen daran auszurichten. Dies schließt eine reine Instrumentalisierung Anderer zu eigenen Zwecken aus, aber auch ein Unterordnen menschlicher Bedürfnisse unter vermeintliche „Zwänge", die aus nicht-menschlichen Erfordernissen, aus sogenannten „Sachzwängen", hervorzugehen scheinen.[10]

Bemerkenswerterweise findet Schulz in seinen Überlegungen zum Begriff der Verantwortung auf kurzem Weg zu einer Auseinandersetzung mit dem „technologischen Denken", wie er das nennt. Er sieht eine Tendenz zur Rationalität, die aus dem immer schnelleren Fortschritt von Wissenschaft und Technologie hervorgehe. Aus dem Nachwachsen neuer Bedürfnisse und Möglichkeiten entsteht nicht nur die Freiheit, sich zwischen immer mehr Alternativen entscheiden zu können, sondern auch der Druck, dies zu müssen. Sein Fazit: „Die Technologie gewinnt solchermaßen *anthropologische Relevanz*." (A. a. O., S. 657) Wenn seinem deterministischen Technikbild – in dem der Mensch mehr *muss* als *kann*, mehr Betroffener ist als Entscheidender – hier auch nicht gefolgt wird, so zeigen seine Ausführungen,

[10] Sachs weist, in Anlehnung an Kant, darauf hin, dass in Aussagen zur Instrumentalisierung des Menschen in technisch oder ökonomisch geprägten Lebenssituationen oft sehr verkürzt argumentiert wird. Nicht das Erkennen seiner Instrumentalität in einem Zweckzusammenhang ist negativ zu bewerten, sehr wohl aber, wenn dieses isoliert bleibt, wenn dem Menschen neben seiner zweckbezogenen Nützlichkeit keine weitere Beachtung geschenkt wird (vgl. Sachs 1976, S. 149).

wie aus den unzähligen Möglichkeiten der Freiheit Entscheidungszwänge entstehen, die der Einzelne meint, nicht mehr beherrschen zu können[11].

Schulz postuliert eine „Forderung des *ethischen Engagements*“, die das Handlungssubjekt dazu anhält, seine Entscheidungsfindung nicht auf den eigenen Horizont zu begrenzen[12]. Das *Subjekt der Forderung* lässt Schulz leider unbestimmt.

Damit wächst innerhalb einer Handlung den Entscheidungen und den ihnen zugrunde liegenden Bewertungen eine herausragende Bedeutung zu, die in „dezisionistischen“ Handlungstheorien herausgearbeitet wird. Sie bauen darauf auf, dass in Problemsituationen die zur Verfügung stehenden Informationen i. d. R. nicht ausreichen bzw. die Bedingungen zu vielfältig sind, um zu einer vollständig begründeten Entscheidung zu kommen[13]. Letztlich muss das Handlungssubjekt an einer Stelle den Begründungsdiskurs beenden und eine Entscheidung treffen. Auf der Grundlage dieser „Dezision“ wird es sein Vorgehen planen und ausführen, was bedeutet, dass die Handlung nicht vollständig rational begründbar sein kann. Sie würde in einer vergleichbaren Situation vielleicht ganz anders ausgeführt werden, und sie kann auch anderen gegenüber nicht vollständig begründet werden (vgl. Rutsch 1981, S. 223). Trotzdem wird sie verwirklicht, mit all ihren Folgen.

Das „Rubikonmodell der Handlungsphasen“ (Heckhausen und Heckhausen 2006) ist sicher das elaborierteste Handlungsmodell, das auf einer solchen Vorstellung aufbaut. Es geht von einer zentralen Entscheidung aus, dem „Rubikon“-Moment. Ist er überschritten, führt der Handelnde seine Absicht aus, indem er eine Planung erstellt, sie ausführt und bewertet. Bei aller Bedeutung einer zentralen Entscheidung, von der die Initiierung der Handlung ausgeht, darf nicht übersehen werden, dass im Verlauf der Handlung zahlreiche weitere Entscheidungen getroffen werden. Der Akteur kann (und muss) an vielen Positionen zwischen Varianten wählen. Dies wiederum setzt voraus, dass er bei jeder Entscheidung über Kriterien verfügt, nach denen er die Varianten bewertet. Oft stehen einzelne Bewertungen in Konkurrenz zuei-

[11] Schulz versucht in „Philosophie in der veränderten Welt“ u. a., Mechanismen aufzeigen, die von dem Drang zu einer alles beherrschenden Rationalität ausgehen und die zu einem Umbruch in unserer Kultur führen. Im Vorwort schreibt er: „Die wesentlich technologisch ausgerichteten Superstrukturen übergreifen, so heißt es, nicht nur die Handlungschancen des einzelnen, sondern auch dessen Verständnishorizonte.“ (Schulz 1984, S. 7) Er appelliert letztlich an den Philosophen, dass er „[...] entschieden in der Gegenwart seinen Standort nimmt und die dieser Zeit eigentümlichen Probleme wirklich unvoreingenommen durchdenkt [...] die Philosophie orientiert sich über sich selbst, indem sie die Zeit in Gedanken zu erfassen sucht.“ (A. a. O., S. 8)

[12] Weiner stellt die Ergebnisse von Studien dar, die nahelegen, dass Verantwortung überall dort besonders empfunden wird, wo der Handelnde eine Situation als kontrollierbar einschätzt (vgl. Weiner 1994, S. 5).

[13] Parthey und Wächter betonen, dass ein Problem nur im Bewusstsein des Handelnden besteht und nicht in der materiellen Welt. Ein Sachverhalt wird zum Problem aufgrund der Tatsache, dass durch die Handlungsabsicht ein Sinnzusammenhang in die materielle Welt eingebracht wird. „Ein Problem ist die Bedeutung eines Satzsystems, das Fragesätze kombiniert mit Aussagesätzen enthält. Anders ausgedrückt: Das Problem ist ein System von Fragen und Aussagen.“ (Parthey et al. 1966, S. S. 30)

nander (Ergonomie der Gestaltung versus Ästhetik, Ökonomie eines Produktes versus Lebensdauer), manchmal sogar in einem dilemmatischen Widerspruch (Arbeitsplatzerhaltung versus Nutzung eines Produktes mit schädlichen Folgen).

In einer Handlung sind *der Mensch* in all seinen persönlichen Facetten und die *Handlungsumwelt* verzahnt. Die Rede von spezifischen Handlungsformen – technisches Handeln, ethisches oder soziales Handeln usw. – ist eine Abstraktion, eine extreme sprachliche Verkürzung. Der Mensch handelt in bestimmter Absicht, unter Einsatz bestimmter Mittel und in einer bestimmten Art und Weise. Im Zusammenspiel aus Handlungssubjekt, Handlung und Handlungsumwelt schält sich unter bestimmten Umständen ein „Charakter" der Vorgehensweise heraus, der eine entsprechende Attribution nahelegt.

Wie sehr dies vom Kontext abhängt, kann an geschichtlichen Veränderungen solcher Zuschreibungen abgelesen werden. So war die sogenannte Talionsformel „Auge um Auge" ursprünglich ein Gebot zu Mäßigung, unter anderem dazu gedacht, Rachemaßnahmen einzudämmen[14]. Was um 1500 v. Chr. als ethisch verantwortliche Handlungsmaxime galt, wird heute als primitive Vergeltungsformel aufgefasst, sodass das Hinrichten eines Mörders nicht als *ethisches* Handeln gesehen wird.

Je folgenreicher eine Handlung ist, räumlich wie zeitlich, desto bedeutsamer wird es, dass der Handelnde die Berücksichtigung der Folgen als grundlegendes Prinzip seiner Vorgehensweise empfindet[15]. Fragen der Verantwortung ergeben sich allein aus der kumulativen Wirkung, die entsteht, wenn eine Handlung nicht nur von einem Individuum, sondern von vielen ausgeführt wird. Ohne, dass der Einzelne an seiner Vorgehensweise etwas ändert, kann eine zuvor folgenlose Handlung zu einer ethisch fragwürdigen werden. Das Handlungssubjekt verweist demnach mit seiner Handlung über sich selbst hinaus, sowohl wenn es aktiv eingreift, als auch, wenn es passiv in Anspruch nimmt. Es verbindet sich, ob es das beabsichtigt oder nicht, mit der Welt.

Über diese Kontextualisierung hinaus sollte bedacht werden, dass, wenn einem Handeln bestimmte Attribute zugesprochen werden, stärker der *Blick auf* die Handlung als die Handlung selbst zum Tragen kommt. So kann in der Bedienung eines Smartphones eine technische Handlung gesehen werden oder eine symbolische; die Zuordnung durch den Interpreten ändert an der Handlung zunächst nichts.

[14] Zu den verschiedenen Deutungen der Talionsformel vgl. Oeming (2003).
[15] Siehe auch „Das Prinzip Verantwortung" von Jonas (1989, Erstveröffentlichung 1979), das den Untertitel „Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation" trägt.

2.1.2 Offenheit der Handlungssituation

Der Mensch ist seinem Wesen nach weltoffen, „nicht festgestellt“, dadurch ist er auf *Weltbildung* angewiesen (Heidegger et al. 1983, S. 261). Seine Handlungen finden in einer komplexen Umwelt statt, wobei mit „komplex“ gemeint ist, dass die Handlung von zahlreichen Bedingungen abhängig ist und selbst wiederum Einfluss auf zahlreiche andere Menschen und Faktoren hat. Die Anzahl an Handlungsvarianten ist von ihrem Potential her sehr groß, auch wenn der Akteur im Lauf seines Lebens lernt, bestimmte Varianten von vorneherein auszuschließen.

Die Offenheit fordert spezifische Fähigkeiten vom Handelnden. Er muss *Informationen filtern*, also im Zusammenhang der Handlungsumwelt und seinen Absichten zwischen Wichtigem und Unwichtigem, Bedeutsamem und Bedeutungslosem, Zweckmäßigem und Unzweckmäßigem unterscheiden. Dies geschieht teilweise unbewusst: Beim Gang durch den Supermarkt werden die Bereiche mit Waren bevorzugt wahrgenommen, für die man Bedarf hat. Beim Richten des Bettes eines Patienten werden viele Wahrnehmungen ausgeblendet, einige wenige lösen aber gezielte Handlungen aus. Informationen werden aber auch bewusst gefiltert, wenn das beiläufige Aufnehmen und Verarbeiten nicht zum Ziel führt, wenn Barrieren[16] auftauchen. Schon das Anheben einer bisher nicht fokussierten Situation in das Bewusstsein kann auf einer *Entscheidung* beruhen. Die Notwendigkeit, Entscheidungen treffen zu müssen, ist in der Offenheit der Handlung angelegt. Grundlage dafür sind Kriterien, also Merkmale, an denen Zweckmäßigkeit erkannt werden kann, und Bewertungssysteme (s. auch Kapitel 4.4).

Die schiere Fülle an Daten macht es unmöglich, alle Bedingungen, Folgen und Varianten bereits im Vorfeld der Handlung zu bedenken. Da Menschen nur eine begrenzte Menge an Informationen verarbeiten können, müssen sie auf diese Überlastung reagieren, wenn der Entscheidungsdruck wächst. Typische Reaktionsweisen sind methodisches Vorgehen, Zusammenfassen, Umdeuten oder auch Ausblenden von Daten, das Strukturieren eines Prozesses in Teilschritte oder der Handlungsabbruch. Das Bilden von Zwischenzielen ist ein probates Mittel der Handlungsregulation. Dadurch kann ein zu großer Problemraum in Portionen aufgeteilt werden, die bewältigt werden können. Ein Zwischenziel beinhaltet eine Repräsentation des Zustandes, der an dieser Stelle der Entwicklung erreicht sein soll. Repräsentationen können aus einzelnen Kriterien bestehen, aber auch, so die Erkenntnisse der Gestaltpsycho-

[16] Der Begriff der Barriere spielt in der Problemlöseforschung eine wichtige Rolle, dort besonders bei Dörner. Er erkennt in Barrieren einen grundsätzlichen Anlass zum Handeln (z. B. in Dörner 2011 oder in Dörner 1987).

logie, in Form eines „Bildes“, das als Einheit abgerufen wird. Der Handelnde gleicht dieses Bild mit dem Ist-Zustand ab und passt die weitere Vorgehensweise an. Insofern kann der *Regelkreis* als Grundmodell von Handlungen angesehen werden. Miller et al. entwickelten mit der Theorie der TOTE-Einheiten die Vorstellung einer Handlung, die weitgehend auf dem Regelkreis aufbaut. Demnach wird eine Handlung bis zu einem – durch ein „Bild“ repräsentierten – Zustand vollzogen, an dem der Erfolg getestet wird (T). Stimmen das repräsentierte Bild und die Realität nicht ausreichend überein, wird die Operation (O) fortgesetzt, bis zum nächsten testwürdigen Zustand (T). Diese Handlungsschleifen werden solange durchlaufen, bis die Entscheidung zum Verlassen getroffen wird („E“ für exit; in: Miller et al. 1991, S. 42 ff.).

Die Vernetzung der vielfältigen Bestimmungsmomente einer Handlung zeigt Kirchhoff in einem universellen *Handlungsstrukturmodell* auf. Demnach werden in einer Handlung bedeutsam: Der Akteur (wer?), die Weise (wie?), die räumliche und zeitliche Lage (wo und wann?), der Grund (warum?), die „Dienstleistungsfunktion“ (wozu?), die operativen und materialen Mittel (womit?), der Bezugsgegenstand, das Ergebnis bzw. die Folgen (was?) und das Bezugssubjekt (wer?) (Kirchhoff 1983, S. 108 ff.).

2.1.3 Der Modus der Handlung

Eine Handlung ist *intentional gerichtet*, mit ihr wird eine Absicht verfolgt. Die Definition des Zielzustands, Planungs- und Bewertungsprozesse erfolgen vor dem Hintergrund dieser Intention[17].

Eine Absicht drückt den Wunsch des Handelnden aus, ein Ziel zu erreichen. Teilschritte und Strategien werden an ihr ausgerichtet, erst durch sie kann eine Handlung *zielgerichtet* und *planvoll* sein. In gewisser Weise unterliegt sie daher einer *Methode* des Akteurs, auch wenn diese oft nicht expliziert wird (und teilweise auch nicht expliziert werden kann). Umstritten ist, inwieweit die Handlungsausführung einem im Vorfeld erstellten Plan folgt (s. u.) oder ob der Plan in der Handlung selbst entwickelt und angepasst wird.

Habermas unterscheidet in seiner „Theorie des kommunikativen Handelns“ zwei grundsätzliche Handlungstypen: die verständigungsorientierte Handlung und die erfolgsorientierte. Die verständigungsorientierte sieht er auf einen Diskurs hin ausgerichtet, dessen Ziel eine

[17] Lenk stellt infrage, ob eine Intention eine hinreichende Bedingung des Handelns ist. Seine weiterführenden Beispiele, die eine Handlung generell als „Interpretationskonstrukt“ kennzeichnen sollen (Lenk 1977), betreffen jedoch Grenzphänomene, die einer grundsätzlichen Intentionalität nicht widersprechen. Zur Diskussion seiner Beispiele: Greve (1994).

vernunftmäßige Übereinkunft kraft des besseren Argumentes ist: „Hingegen spreche ich von *kommunikativen* Handlungen, wenn die Handlungspläne der beteiligten Aktoren nicht über egozentrische Erfolgskalküle, sondern über Akte der Verständigung koordiniert werden." (Habermas 1981, S. 385) Mit der erfolgsorientierten Handlung wird demgegenüber ein partikuläres Interesse verfolgt, das auf das Beherrschen einer Sache bzw. eines Zustandes (instrumentell) oder der Beeinflussung einer Person (strategisch) abzielt. Habermas´ Theorie des kommunikativen Handelns ist vielfältig aufgegriffen und auch kritisiert worden (etwa bei Kneer 1990, sehr zuspitzend bei Gebauer 1993). Beachtenswert unter den Fragestellungen dieser Studie ist Habermas´ Betonung einer kommunikativen Absicht, die nicht auf einen materiell bezifferbaren Erfolg abzielt – sie wird unter dem Aspekt der symbolischen Funktion technischer Artefakte aufgegriffen werden. Der Kritik wird insofern gefolgt, dass die Vorstellung einer nicht von egozentrischen Aspekten beeinflussten Kommunikation sehr idealisierend ist, dass also in Wirklichkeit jeder verständigungsorientierten Handlung strategische Momente immanent sind, dass auch für instrumentelle Handlungen grundsätzlich der Anspruch erhoben werden kann, dass das Handlungssubjekt über egozentrische Interessen hinauszudenken habe (s. Kapitel 4) und dass sowohl in strategischen als auch in instrumentellen Handlungen (im habermas´schen Sinn) verständigungsorientierte Ziele verfolgt werden (s. Kapitel 2.6).

2.1.4 Zusammenfassung

Es kann festgehalten werden: Keines der genannten Merkmale – die Subjektbezogenheit, die Offenheit der Situation und die intentionale Ausrichtung – ist für sich genommen *hinreichend*, um eine Handlung zu erfassen, jedes ist aber *notwendig*. Mit einer Handlung werden die Attribute frei, willentlich, absichtsvoll, zielgerichtet und planvoll verbunden. Sie findet in einer Umwelt statt, die grundsätzlich offen ist und sehr viele Variationen ermöglicht. Das führt dazu, dass in ihrem Verlauf regelmäßig Entscheidungen getroffen werden müssen, die Ausdruck eines Abwäge- und Bewertungsprozesses zwischen Alternativen sind. Dazu sind Kriterien erforderlich, die sich auf Repräsentationen des (Zwischen-) Zielzustandes beziehen. Sie liegen oft in Form eines Gesamtbildes vor.

2.2 Der Handlungsprozess

Eine Handlung wird in einem zeitlichen Verlauf vollzogen. Ausgangspunkt ist ein Wunsch, eine Unzufriedenheit mit der gegenwärtigen Situation oder eine Idee. Durch die Handlung

wird ein veränderter Zustand angestrebt, das Ergebnis muss nicht mit den intendierten Zielen übereinstimmen, in der Regel wird es jedoch in ihrer „Richtung“ liegen. Die einfachste Vorstellung einer Handlung, die diese Faktoren beinhaltet, ist in Abbildung 2 dargestellt.

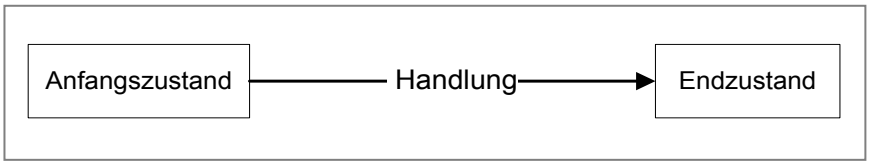


Abbildung 2: Grundschema einer Handlung

Diese Vorstellung ermöglicht einen Blick unter gröbster Auflösung. Die Pfeillinie drückt nicht nur den Handlungsfortschritt aus, sondern auch die intentionale Gerichtetheit des Akteurs. Auf dieser Abstraktionsstufe können die Rahmenbedingungen der Handlung (systemtheoretisch: Input und Output), ihre Zielrichtung und ihr Fortschritt betrachtet werden, ohne eine inhaltlich-interpretierende Auseinandersetzung führen zu müssen. Allerdings kann der Handlungsverlauf selbst nicht abgebildet werden. Bereits in einfachen Handlungen stellen sich dem geradlinigen Ablauf Umstände in den Weg, die Umwege erforderlich machen, die einmal eingeschlagene Wege in Sackgassen enden lassen können. Außerdem erfordert die Offenheit der Handlungssituation an zahlreichen Stellen, dass Information beschafft und Entscheidungen getroffen werden müssen. In Abbildung 3 sind zwei grundlegende Varianten dieses Handlungsverständnisses dargestellt.

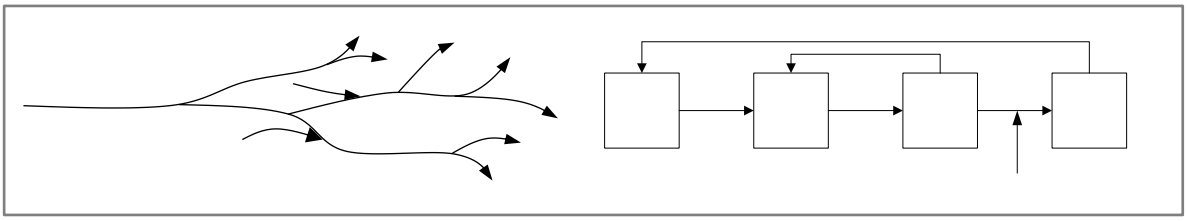


Abbildung 3: Verzweigungsmodelle eines Handlungsprozesses

Die sich verzweigende Struktur links deutet an, dass sich im Ablauf der Handlung Teilprozesse als nicht-zielführend herausstellen und daher nicht weiter verfolgt werden (Outputs), aber auch, dass Einflüsse von außen wirksam werden, die in der Ausgangssituation nicht existent waren oder nicht relevant schienen (Inputs). Die rekursiv-verzweigende Struktur rechts bildet Wiederholungen von Teiloperationen als Schleifen ab, auf die Störgrößen einwirken – sie ist das Grundmuster von Regelkreisen. In beiden Varianten stellen die Verzweigungsstellen Entscheidungssituationen dar.

2.2.1 Der Handlungsprozess als geradliniger Ablauf

Das „Rubikonmodell der Handlungsphasen“ von Heckhausen, Gollwitzer und Arbeitsgruppe (z. B. in Heckhausen und Heckhausen 2006) ordnet vier Handlungsphasen in einer Kette von Teilschritten an. In Abbildung 4 sind das Modell und darunter eine abstrahierende Vereinfachung dargestellt:

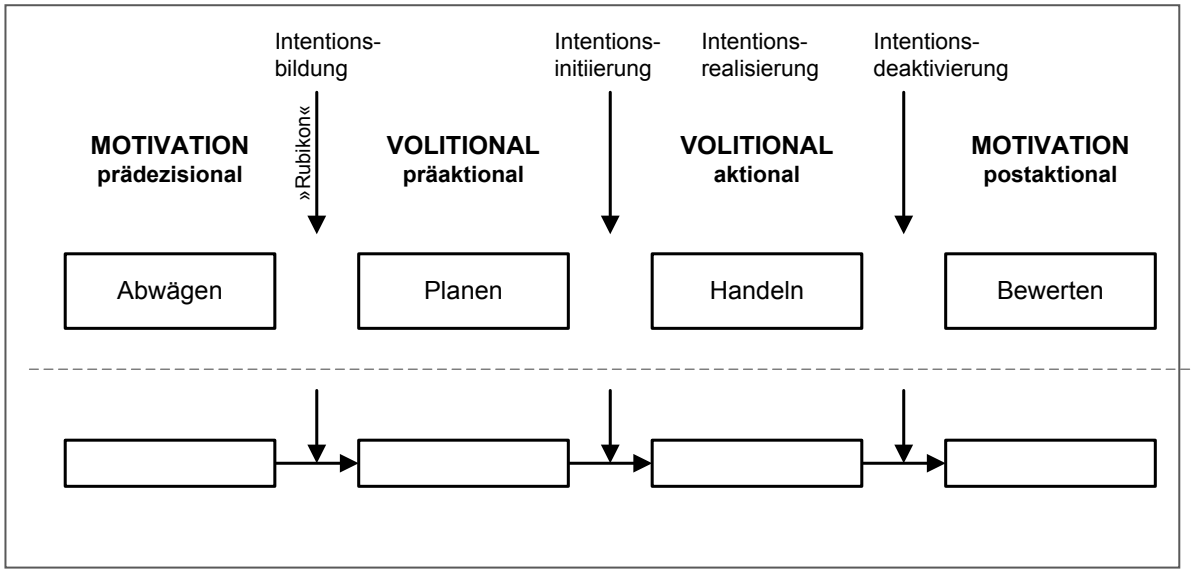


Abbildung 4: Das Rubikonmodell der Handlungsphasen (nach: Achtziger und Gollwitzer 2006, S. 278) und seine schematische Darstellung

Eine Handlung wird hier als gerichteter Prozess verstanden und in einer nicht nur zeitlichen, sondern auch kausalen Abfolge dargestellt. Der Intention kommt dabei eine handlungsgliedernde Funktion zu: Die Abwägephase wird durch die Bildung der Intention abgeschlossen, die Ausführung der Handlung wird als Initiierung der Intention verstanden. Mit dem Erreichen des Ziels wird sie deaktiviert. Die Handlung wird rückblickend bewertet, und die Bewertung wiederum beeinflusst kommende Handlungen.

In der schematischen Darstellung unten wird die lineare Grundstruktur deutlich, wodurch auch die Grenzen des Modells markiert werden: Mit ihm lässt sich der Ablauf einer konkreten Handlung kaum beschreiben. Dort werden Planungen zu jedem Zeitpunkt der Handlung erstellt oder verändert, Bewertungen laufend vollzogen und nicht nur am Ende, Intentionen und Zielvorstellungen werden dem tatsächlichen Verlauf angepasst usw. Das Rubikonmodell bildet nicht den Verlauf einer Handlung ab, sondern die Phasen, die durchlaufen werden müssen, und den formallogischen Zusammenhang, in dem sie zueinander stehen: Wenn eine Handlung eine bewusst ausgeführte, willentlich auch unterlassungsfähige Aktion ist, dann muss vor der Ausführung eine Intention gebildet worden sein. Wenn die Handlung auf ein

Ziel gerichtet ist, dann muss ein abschließender Bewertungsprozess stattfinden, der die Frage beantwortet, ob bzw. in wieweit das Ziel erreicht wurde. Das Rubikonmodell eignet sich weniger dafür, den prozeduralen Charakter einer Handlung zu erfassen, es dient dazu, ihre Komponenten in ihrem logischen Zusammenhang darzustellen. Es vermittelt ein Idealbild einer Handlung, in dem der Intentionsbildung und der handlungsauslösenden Entscheidung eine herausragende Funktion zugewiesen wird. Typische Phänomene eines Handlungsverlaufs, Umorientierungen etwa, parallel ausgeführte Tätigkeiten, Handlungsregulationen auf Störeinflüsse u. v. m. können damit nur unzureichend erklärt werden (eine ausführliche Darstellung in Binder 2012a, S. 16–21). Der Blick auf die Konstituenten einer Handlung unter motivationspsychologischen Gesichtspunkten wurde jedoch durch das Rubikonmodell verbessert.

2.2.2 Verzweigte Modelle des Handlungsprozesses

Den Blick stärker auf den Verlauf einer Handlung richten Miller, Galanter und Pribram in ihrer vielbeachteten Arbeit „Strategien des Handelns. Pläne und Strukturen des Verhaltens“ (Miller et al. 1991). Ihre Vorstellung einer Handlung als „TOTE-Einheit“ entspricht der rechten Darstellung in Abbildung 3. Je umfänglicher der Prozess, desto mehr Tests müssen eingebaut werden und desto mehr Rekursionen (Wiederholungen oder Variationen) werden zu erwarten sein (vgl. a. a. O., S. 44f.).

An der Arbeit von Miller et al. orientieren sich weitere Handlungsmodelle. Die Arbeitspsychologen Hacker und Volpert sehen in der Struktur des Regelkreises eine Erklärung, wie ein Handelnder mit seinen begrenzten kognitiven Ressourcen die gewaltige Datenmenge, die selbst einfache Tätigkeiten bedingen, verarbeitet (vgl. Schaub 2009 oder Stadler et al. 1981). Sie entwickeln ein Modell hierarchisch-sequentieller Handlungsorganisation:

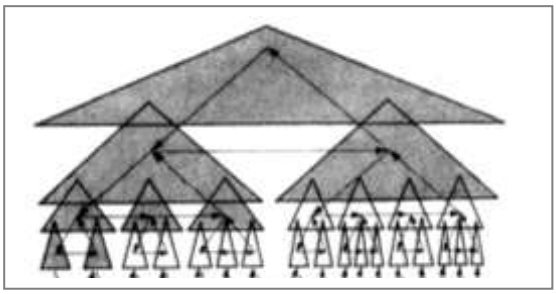


Abbildung 5: Hierarchisch-sequentielle Handlungsorganisation (in: Volpert 1983, S. 43)

Der Akteur bildet ein Ziel und gliedert die Handlung in Teilschritte („Transformationen“). Diese werden abgearbeitet und am Ende der Ist-Zustand an den kognitiven Apparat rückge-

meldet. Im Falle des Erfolgs wird die Operation als zweckmäßig gespeichert, bei Misserfolg wird ein neuer Zyklus eingeleitet (vgl. Volpert 1983, S. 40–46).

Den Konflikt zwischen Verarbeitungsbedarf und -kapazität kann durch eine hierarchisch strukturierte Aufmerksamkeitsregulierung gut erklärt werden. Der „kognitive Apparat" weist den ausführenden Teilsystemen nur so viele Ressourcen zu, wie sie benötigen; freie Kapazität wird anderweitig eingesetzt. Auf diese Weise lässt sich z. B. erklären, dass bei einem durch eine Störung unterbrochenen Automatismus auch parallel geführte Tätigkeiten gehemmt werden (experimentelle Bestätigungen in Hoyos und Zimolong 1990, S. 20 f.), da der kognitive Apparat zunächst den Gesamtablauf neu organisieren muss.

Die Vorstellung, wie sich kognitive und physische Verarbeitung verschränken, führt hier zu einer vertikalen Verzweigung: oben die geistige Steuerung, unten die körperliche Ausführung. Der Handlungsverlauf selbst wird jedoch nach wie vor in einer geradlinigen Weise vorgestellt, er ist in Abbildung 5 in der untersten Ebene dargestellt.

Als Verbindung der Vorstellungen von Miller et al. mit der Handlungsorganisation von Hacker und Volpert können Handlungstheorien verstanden werden, die wegen ihrer Nähe zu informationstechnischen Analyse- und auch Darstellungsformen als „kybernetische Handlungsmodelle" bezeichnet werden. Dörner beispielsweise stellt Handlungen in Form von Regelkreisen dar. Die Struktur einer TOTE-Einheit sieht bei ihm so aus:

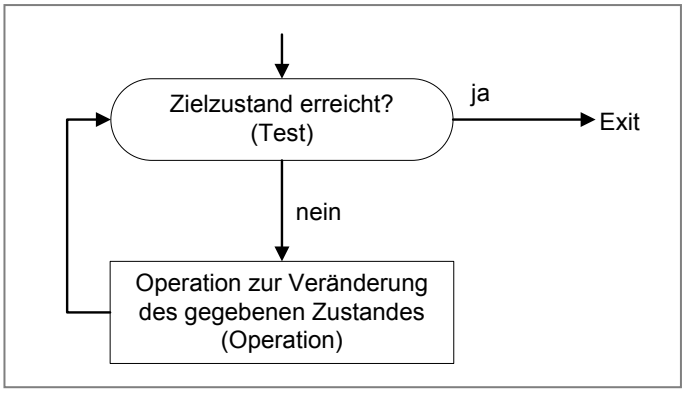


Abbildung 6: Blockdiagramm einer TOTE-Einheit (nach Dörner 1987, S. 40)

Er fasst den Regelkreis als „Grundeinheit der Organisation von Denk- und Handlungseinheiten" auf (Dörner 1987, S. 40) und entwickelt verschiedene Grundtypen solcher Einheiten, z. B. den sich in wiederholenden Durchgängen vollziehenden Ablauf:

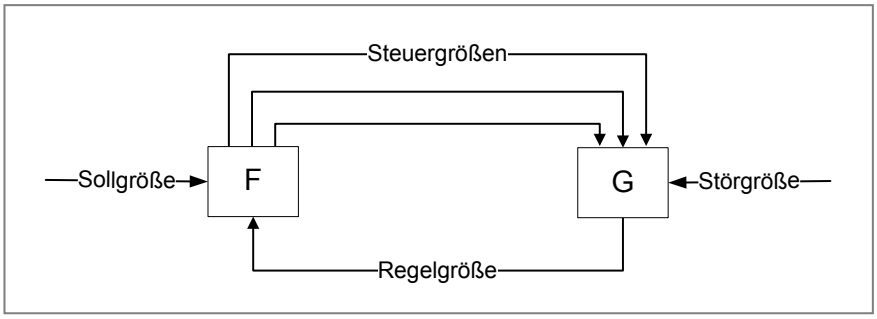


Abbildung 7: Blockdiagramm eines Regelkreises (nach: Dörner 2008, S. 37)

Die Regelfunktion F wird durch Umweltbedingungen beeinflusst (Störgröße). Aus dem Abgleich des Ist-Wertes mit dem Soll-Wert wird die Regelgröße bestimmt. Für jedes Stellglied (nicht abgebildet) wird eine Steuergröße ermittelt, sodass alle Stellglieder zusammen die Regelfunktion in eine geregelte Funktion G transformieren. In mehreren Durchgängen verlaufende Regelkreise nennt Dörner „Kaskadenregelung".

Dass er wiederholt Vorbild und Abbild zu vertauschen scheint, hat ihm deutliche Kritik eingebracht. So ist oft nicht genau feststellbar, ob er den menschlichen Geist nicht doch als Recheneinheit auffasst. In seiner Publikation mit dem programmatisch-provokanten Titel „Bauplan für eine Seele" (Dörner 2008) drängt sich schnell der Eindruck auf, dass er ein mechanistisches Verständnis des Menschen zugrunde legt. In der Einleitung bezeichnet er zunächst das, was Schachcomputer machen, als *geistige* Leistung, um dann anzukündigen: „Ich will in den folgenden Kapiteln zeigen, dass Seele als Maschine möglich ist [...]" (a. a. O., S. 19). Damit stellt er sich in die Tradition mechanistischer Modellvorstellungen des Menschen, wie sie etwa von Watson oder Hull aus dem 19. Jahrhundert bekannt ist. Eine Zuspitzung erfahren solche Auffassungen bei Skinner (vgl. Meinberg 1988, S. 105 ff.) und in deterministischen Modellen aus der Hirnforschung[18]. Entsprechend simplifizierend sind seine Darstellungen vor allem dort, wo er kausale Zusammenhänge geistiger und seelischer Prozesse annimmt, z. B. wenn er soziale Motive von Handlungen als determinierte Prozesse darstellt (a. a. O., S. 321). Je detaillierter er seine „Seelenmaschine" skizziert, desto weniger können damit alltägliche menschliche Handlungen oder Emotionen, ästhetische Erfahrungen usw. verstanden werden.

[18] Im Bildungsbereich argumentieren Vertreter der „Neurodidaktik" teilweise vergleichbar.

Soweit kann (und muss) ihm nicht gefolgt werden. Eine Auseinandersetzung lohnt sich trotzdem, bietet doch sein kybernetisches Verständnis die Möglichkeit, die bei Miller et al. herausgearbeiteten Prozesse so darzustellen, dass sich Handlungen in ihrem Verlauf differenzierter abbilden lassen. Mit Flussdiagrammen können einfache Handlungen wie beispielsweise das allmähliche Finden eines guten Mischungsverhältnisses von Mehl und Wasser beim Herstellen eines Hefeteigs genauso beschrieben werden wie das vielfach komplexere Optimieren von Abläufen in einem Fertigungsprozess oder eine Klassenarbeitsvorbereitung mit ihren Übungsdurchläufen, Tests, Auswertungen und erneuten Übungen.

Auch Ropohl greift den Regelkreis auf. Seine Vorstellung (s. Abbildung 8) kann als Schnittmenge der Modelle von Heckhausen et al., Miller et al. und Dörner angesehen werden. Im vertikalen Verlauf findet sich das Rubikonmodell mit seinen Konstituenten *Zielsetzung* (bei Heckhausen Intentionen, hier „ZS“ für Zielsetzungssystem), *Planung* („IS“ – Informationssystem), *Handlung* („AS“ – Ausführungssystem) und *Prüfung* wieder. Die Testsituationen („Erfolg?“ und „Planung“), die nicht nur einer abschließenden Bewertung dienen, sondern Handlungsalternativen auslösen, entsprechen der Grundkonzeption einer TOTE-Einheit. Die Formalisierung des Gesamtablaufs in einem auf eine Grundstruktur vereinfachten Flussdiagramm greift Dörners Form der Handlungsschematisierung auf.

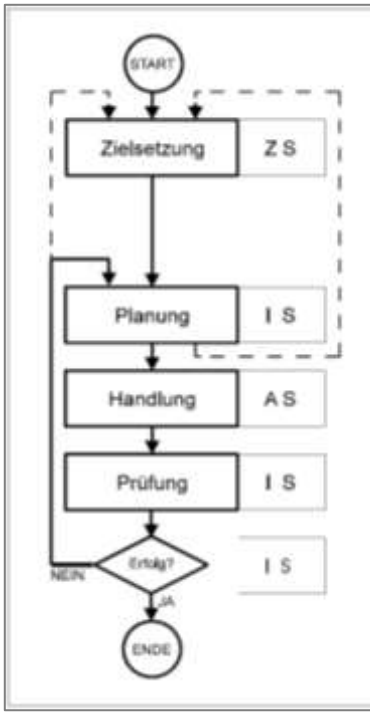


Abbildung 8: Handlungskreis bei Ropohl (in: 2009, S. 100)

Festzuhalten bleibt: Die kybernetische Sichtweise erleichtert die Betrachtung sowohl der konstitutiven Elemente bzw. Phasen einer Handlung als auch ihres charakteristischen Verlaufs. Sie stellt damit eine Hilfe bei der Analyse realer Handlungen dar. Sie hat jedoch deutliche Grenzen, da sie in den dargestellten Beispielen Sinnzusammenhänge nicht berücksichtigt. Seelisch-geistige Vorgänge lassen sich nicht mit dem richtigen Mischungsverhältnis von Proteinen und elektrischen Impulsen im Labor erzeugen. Das berührt aber weniger die Struktur der Modelle als die Schlüsse, die die Autoren daraus ziehen.

Aebli entwickelt dagegen ein Handlungsmodell, das das Grundmuster des Regelkreises nutzt, ohne so weit zu formalisieren, bis die semantische Ebene einer Handlung verloren geht. Er baut sowohl auf der TOTE-Theorie als auch auf hierarchischen Modellen auf (vgl.

Aebli 1980, S. 138 ff.). Sein besonderer Ansatz besteht darin, dass er inhaltliche und formale Betrachtungen eng aneinander koppelt. Er entwirft Strukturen wie die folgende, die eine Episode aus Robinson Crusoe darstellt:

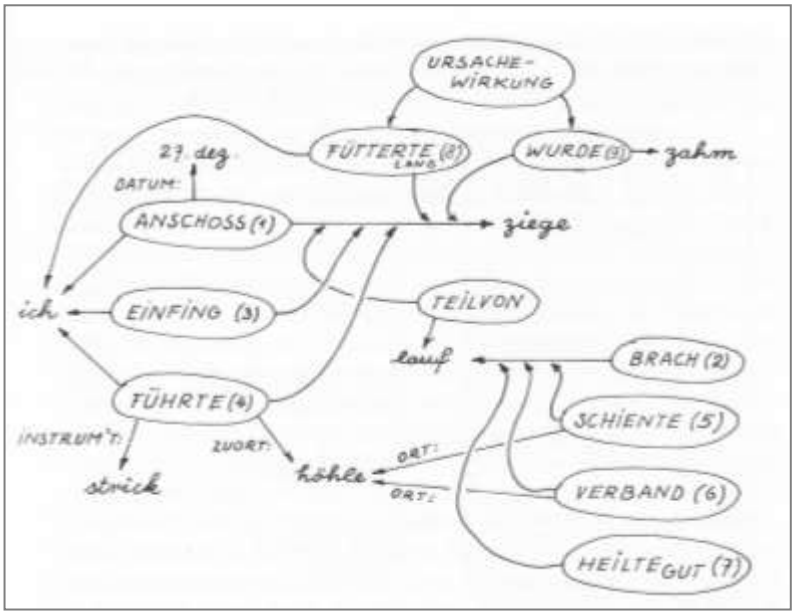


Abbildung 9: Netzdarstellung einer Episode aus Robinson Crusoe (in: Aebli 1980, S. 145)

Aebli nennt Personen und Gegenstände, die in eine Handlung involviert sind, „Handlungsteilnehmer“ (in der Abbildung in Kleinschreibung). Mit Verben drückt er Formulierungen von Handlungsschemata auf (a. a. O., S. 125; in der Abbildung eingekreist und großgeschrieben). Die abgebildete Handlung besteht darin, dass Robinson („ich“) eine Ziege anschießt, einfängt und in seine Höhle führt. Da sie sich dabei einen Lauf bricht, pflegt er sie (füttern, schienen, verbinden), sodass die Wunde heilt. Die Ziege wird dadurch zahm.

Aebli verdeutlicht die inhaltlich-hierarchische Struktur einer Handlung, die durch die finalen Bezüge zwischen den Handlungsteilnehmern entsteht. Er betont, dass ein besonderes Merkmal seines Handlungsmodells ist, dass in ihm nicht einfach Elemente durch Operationen verbunden werden, sondern dass die Operationen selbst Knotenpunkte des Handlungsnetzes bilden. Daher verweisen in der Abbildung Pfeile wiederum auf Pfeile und nicht nur auf Vernetzungspunkte. Die Pfeile stellen die durch die Handlung gestifteten Beziehungen zwischen den Handlungsteilnehmern (Robinson, Ziege, Strick, Höhle, die Eigenschaft zahm) und den Teilhandlungen dar. Eine bedeutungsentleerte Sicht auf eine Handlung ist nach Aebli nicht zweckmäßig, da sie ihre Struktur erst in Sinnbeziehungen offenbart. Und genau darin wird hier sein Beitrag zur Handlungsforschung gesehen, dass er formale und inhaltliche Prozessstrukturen in einem Modell vereinigt. Allgemein formuliert er: „Es ist der elementare Tatbe-

stand des Handelns, dass es Beziehungen zwischen Handlungsteilnehmern stiftet, und die gestiftete Beziehung ist der Prototyp des Ergebnisses.“ (a. a. O., S. 157) Im letzten Zusatz, dem Prototypen des Ergebnisses, liegt der Antrieb für alles Handeln: die Absicht, unter der sie erfolgt.

Eine weitere Form verzweigter Modelle entwirft der tschechische Technikphilosoph Tondl. Er beschreibt die Struktur einer Handlung mit dem Schema eines sich verzweigenden Baumes (vgl. Abbildung 3, linke Figur), womit die im Handlungsverlauf entstehenden strategischen Varianten und v. a. die Entscheidungen erfasst werden können. Grundlage jeder Entscheidung ist eine Bewertung darüber, welcher der sich öffnenden Möglichkeiten gefolgt werden soll. Dabei sind Sachwissen, Wissen über die Folgen der Handlung, ethische Überzeugungen usw. bedeutungsvolle Bezugssysteme. Tondl spricht von einer „Wertestruktur“ des Handelnden (Tondl et al. 2003, S. 69), die beeinflusst, welchen Weg er durch die zahlreichen Möglichkeiten letztendlich wählt.

Im Unterschied zu den kybernetischen Modellen werden in Tondls Baumstruktur die nicht realisierten und die verworfenen Wege nicht nur als Möglichkeit gesehen, sondern auch dargestellt. Die klare Struktur der Flussdiagramme bei Dörner oder Ropohl ergibt sich nur retrospektiv-analytisch. Ihre Verzweigungen zeigen letztendlich nur diejenigen Entscheidungsmomente, die sich im Nachhinein als relevant herausgestellt haben. Die Bewertungs- und Entscheidungsflut einer alltäglichen Handlung kann so nicht abgebildet werden.

Eine zentrale Stärke von Verzweigungsmodellen ist, dass die für eine Handlung erforderlichen Teilhandlungen nicht nur phasenartig hintereinander geschaltet, sondern parallel dargestellt werden. Dies betrifft insbesondere die gleichzeitig ablaufenden Planungs-, Regelungs- und Ausführungsoperationen. In linearen Modellen werden sie in Form einer „Reihenschaltung“ verstanden, was nicht zuletzt für jede Phase unterschiedliche Verarbeitungs- und Speicherorte voraussetzen würde.

Trotz der vielen Ungereimtheiten bestimmt die Vorstellung der hintereinandergeschalteten Planung und Ausführung weite Bereiche der Handlungsforschung.

2.2.3 Der Zusammenhang zwischen Planung und Handlung

Ryle analysierte 1949 in „The Concept of Mind“ diese Tradition, die seit der antiken Philosophie das wissenschaftliche Denken beeinflusst und mit Descartes´ „cogito, ergo sum“ ihr leitendes Schlagwort erhielt. Ryle weist besonders im Zusammenhang mit der Handlungsplanung auf unüberbrückbare Widersprüche dieser Vorstellung hin.

Zum Planungsbegriff

Er widerspricht der gängigen Vorstellung, eine Handlung bestünde im physischen Ausführen einer geistigen Planungshandlung. Dazu beschäftigt er sich zunächst mit dem Konstrukt, Körper und Geist seien verschiedene Sphären im Menschen.

Die Vorstellung, menschliche Wesen hätten einen von außen zugänglichen Körper und einen inneren, nicht von außen zugänglichen Geist, führt zu einer anachronistischen Vorstellung: „Ein Mensch durchlebt also zwei parallele Lebensläufe, deren einer aus dem besteht, was in seinem Körper vorgeht oder diesem zustößt, während der andere sich aus dem zusammensetzt, was in seinem Geiste vorgeht oder diesem zustößt. Der erste ist öffentlich, der zweite privat. Die Ereignisse im ersten Lebenslauf sind Ereignisse in der physikalischen Welt, die im zweiten Ereignisse in der Welt des Geistes.“ (Ryle 1978, S. 8) In letzter Konsequenz führt dies, so Ryle, zu einem mechanistischen Menschenbild. Wer glaubt, der Körper würde vom Geist gesteuert, nimmt „okkulte innere Handlungen“ an (a. a. O., S. 88), die in einem zweiten Schritt einen mehr oder weniger willenlosen Ausführungskörper steuern würden. Er spitzt zu, dies evoziere das Bild von einem „Gespenst in der Maschine“ (ebd., er nennt diese Vorstellung den „paramechanischen Irrtum“). Er führt zahlreiche Beispiele dafür an, dass eine Planung keineswegs in einem geistig verfassten und gespeicherten Konzept besteht. So können Experten, von denen man annehmen muss, dass gerade sie wissen, warum sie einen bestimmten Weg wählen, in den meisten Fällen nicht verbalisieren, was sie zu einer bestimmten Entscheidung veranlasst. Können ist in Ryles Verständnis keine *Anwendung* von Wissen, sondern eine eigene *Art* des Wissens. Der Könner erkennt in seinem Vorgehen erfolgreiche und fehlerhafte Strategien. Er vollzieht das nicht in einer losgelösten „Schattenhandlung“ (a. a. O., S. 26), die der materiellen Ausführung vorausgeht, sondern im Handeln selbst. „Er wendet Kriterien an, indem er kritisch vorgeht, d. h. versucht, was er tut, richtig zu tun.“ (a. a. O., S. 31)

Nun planen Experten aber unzweifelhaft ihr Handeln, oft sind Planungshandlungen im professionellen Bereich sogar festgeschriebener Teil einer Methodik. Hierin besteht kein Widerspruch zu Ryles Annahmen, vielmehr muss genauer betrachtet werden, welcher Art solches Planungshandeln ist. Wer plant, durchläuft nicht antizipierend eine materielle Ausführung. Vielmehr theoretisiert der Planende über die anstehende Aufgabe, und das ist eine eigenständige Handlung mit eigener Charakteristik. Der vor der Ausführung zurechtgelegte Plan ist keine Handlungsanweisung für die anschließende Ausführung, sondern Resultat einer Denk-

handlung[19]. Die anschließende Ausführung wiederum folgt anderen Gesetzmäßigkeiten als die Denkhandlung.

Mit der Unterscheidung zwischen Denkhandlungen und praktisch realisierten Handlungen lassen sich zahlreiche Erfahrungen erklären: Wie oft schmiedet man einen genauen Plan, der dann zu einem sehr frühen Zeitpunkt bereits verlassen wird? Lehrer kennen das Phänomen, dass sie ihren Schülern für eine Aufgabe eine strukturierte Vorgehensweise erläutern, ihnen sogar einen Plan schriftlich zur Verfügung stellen, wie sie beispielsweise bei einer Textbeschreibung, einer mathematischen oder einer technischen Problemstellung vorgehen können – und wie die Schüler die vermeintliche Hilfe dann nicht nutzen.

Hier wirkt sich der Sachverhalt aus, dass praktisch ausgeführte Handlungen etwas anderes sind als theoretisch ausgeführte. Ein guter Theoretiker kann eine schlüssige Theorie aufstellen, in den Bereichen, auf die sie sich bezieht, aber handlungsunfähig sein. Auch dies ist kein Widerspruch, wenn man das Aufstellen der Theorie als eigene Handlungsweise versteht. Ryle belegt seine Argumentation mit Beispielen, in denen erfolgreich gehandelt wurde, bevor eine entsprechende Theorie überhaupt entwickelt war; so konnten die Menschen logische Fehlschlüsse aufdecken, bevor Aristoteles seine systematische Logik veröffentlichte. Und nicht übersehen werden sollte, dass das auch ontogenetisch zutrifft: Kinder lernen sprechen, ohne über grammatisches Wissen zu verfügen. Sie lernen gehen, ohne die biologischen und physikalischen Parameter zu kennen. Ryle fasst zusammen: „Erfolgreiche Praxis geht ihrer eigenen Theorie voraus [...]“ (a. a. O., S. 33).

Das in der Praxis nötige Wissen ist in das Handeln eingebunden, nicht von ihm getrennt wirksam. „Wenn ich etwas mit Intelligenz tue, d. h. also meine Gedanken bei der Sache habe, die ich tue, dann tue ich nur ein Ding und nicht zwei. Meine Handlung hat eine besondere Art oder Ausführung, nicht besondere Vorgänger.“ (A. a. O., S. 36).

Befunde aus den Neurowissenschaften

Die Forschung zu *einfachen Handlungen* (darunter werden in der Neurologie Handlungen nach dem Reiz-Reaktionsschema verstanden) zeigt, dass schon Kinder im Alter ab zwei Monaten eine Verknüpfung zwischen einer Aktion und einem damit verbundenen Effekt herstellen können. Wenn sich ein Aktions-Effekt-Zusammenhang wiederholt, können sie ein inter-

[19] Der Begriff der Denkhandlung wird in der Logik, aber auch in der Mathematik verwendet (z. B. bei Wille 2001). Er weicht von Handlungsvorstellungen ab, die von einer Veränderung der physischen Welt durch die Tätigkeit ausgehen. Eine Handlung ist Denken insofern, als es intentional gerichtet und planvoll ist. Hier wird der Begriff in Anlehnung an Sprechakttheorien eingeführt, die Sprechen als Handlung verstehen (vgl. Wunderlich 1976 oder Herrmann 1981). Ryle selbst nennt das Denken „eine Praxis unter anderen“ (Ryle 1978, S. 28) oder „Arbeit des Geistes“ (a. a. O., S. 73).

nes Modell bilden, in dem, und hier steckt ein für das Verständnis des Planungshandelns entscheidender Aspekt, der Effekt in enger Verbindung mit den *situativen Bedingungen* gespeichert wird (vgl. Nattkemper 2006, S. 507). Dieser inhaltlich verknüpfte Speichermodus ist empirisch mit großer Evidenz belegt (ebd.), ebenso die Tatsache, dass die Handlungseffekte kodiert abgespeichert und in Planungen in dieser Form abgerufen werden können. Wo sich Planungen auf unbekannte Situationen beziehen, werden Zuordnungen zwischen gespeicherter Operation und neuem Sachverhalt daher auch nur unspezifisch sein, da sie unter anderen Bedingungen entstanden sind. Der Plan beginnt, ein überwiegend theoriebasierter zu werden und hat wenig mit der faktischen Handlungssituation zu tun. Nattkemper spricht davon, dass der „funktionale Ort, an dem motorische Kodes und Effekt-Kodes verknüpft oder gebunden werden, in Prozessen zu suchen ist, die für die Handlungsplanung verantwortlich sind." (A. a. O., S. 510) Hier finden sich Belege zu Ryles Unterscheidung zwischen theoretischer und praktischer Handlung. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch, dass die gespeicherten Effektkodes keineswegs immer in die Entscheidung für eine bestimmte Handlungsvariante einfließen (a. a. O., S. 511), was ebenfalls gegen eine Zwangslogik von Handlungserfahrungen, Planung und Ausführung dieser Planung spricht.

Befunde aus der Expertiseforschung

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass naheläge, bei Experten eines Sachgebietes eine enge Vernetzung von Wissen, Planung und Handlung anzunehmen. In der Arbeitspsychologie wird u. a. versucht, über ein Verständnis dessen, was Expertenhandeln vor anderen Handlungen auszeichnet, bessere Lernwege für Anfänger zu finden.

Röben definiert Expertise weniger von einer Könnens- oder Wissens*quantität* her, sondern von der Art und Weise, wie auf diese Erfahrungsschätze zugegriffen wird: „Expertise zeichnet sich dadurch aus, *wie welches* Wissen aktiviert wird, *welche* Strategien beim Problemlösen verfolgt werden und *welche* Handlungen tatsächlich vorgenommen werden." (Röben 2001, S. 2) Hier deutet sich bereits an, dass nicht jedes Wissen handlungsleitend ist und dass gerade die Fähigkeit, einmal gefasste Pläne verwerfen zu können, ein Merkmal von Expertenhandeln ist. Röben greift auf das fünfstufige Modell des Expertiseerwerbs der Brüder Dreyfus zurück. Sie verwenden als Unterscheidungskriterien zwischen Novizen und Experten die Art und Weise, wie kontext- bzw. situationsbezogen Wissen abgerufen und eingesetzt wird und wie Situationen erfasst werden. Während Novizen Informationen ohne Gewichtung aufnehmen und nach Anweisungen oder Regeln suchen, die sie tendenziell starr einsetzen (ohne Zusammenhänge zu den Umgebungsbedingungen herzustellen), werden mit zuneh-

mender Erfahrung Informationen situationsbezogen eingeordnet. Die Bedeutung des Zusammenhangs zwischen einer Regel und ihrer Umgebungsbedingungen wird nun besser verstanden, sodass die Vorgehensweise situativ angepasst werden kann. In den beiden professionellen Stadien (Könner und Experte) werden Situationen zunehmend ganzheitlich erfasst. Das Verhalten wird intuitiv ausgerichtet, ohne dass die Mechanismen der Anpassung benannt werden könnten. „Wenn keine außergewöhnlichen Schwierigkeiten auftauchen, lösen Experten weder Probleme noch treffen sie Entscheidungen; sie machen einfach das, was normalerweise funktioniert." (Dreyfus und Dreyfus 1987, S. 55, zit. nach Röben 2001, S. 54)

Röben wertet mehrere Studien zu domänenbezogener Expertise aus und stellt folgende Gemeinsamkeiten fest (vgl. Röben 2001, S. 4–7):

- Die Reproduzierbarkeit memorierter Situationen oder Merkmale wird nicht als Unterscheidungsmerkmal zwischen Anfängern und Experten gesehen.
- Experten können dagegen deutlich mehr *relevante* Informationen wiedergeben. Während Anfänger auch Unwichtiges, ja selbst Irrelevantes anführen, wählen Experten nur bedeutsame Informationen aus.
- Experten analysieren die Ausgangssituation deutlich zeitintensiver als Anfänger.
- Anfänger prüfen die aus ihrer Anfangshypothese zu schließenden Folgerungen anhand der Informationen, die sie im Problemfeld ermitteln, arbeiten also überwiegend in Rückwärtsstrategien. Experten dagegen sind in der Lage, vorwärts zu planen, sie können aus ihrer Diagnose stringente Strategien entwickeln.

Aus der Sicht von Anfängern betrachtet, denn sie bilden die Bezugsgruppe dieser Studie: Ihnen fehlt die Erfahrung, um in einem Datenstrom die wichtigen Informationen identifizieren zu können. Sie können daher Aufgaben, die sich auf das Bewerten der Relevanz von Informationen beziehen, kaum erfolgreich bearbeiten. Sie müssen Strategien nutzen, die ihnen eine Absicherung ihrer Entscheidungen ermöglicht: Rückwärtsstrategien oder das Befolgen von Vorgaben sind typische Varianten. Implizite Wissensanteile müssen bei ihnen nach der Darstellung Röbens eine Quelle für Irrtümer und Fehlleistungen sein, da sie auf keinem tragfähigen Fundament aufbauen. Außerdem können sie kaum expliziert und damit auch nicht diskutiert und reflektiert werden.

Für Lehr- und Lernsituationen muss konsequenterweise angenommen werden, dass laufend

gegen implizit gebildete Fehlurteile angearbeitet werden muss[20]. Grundsätzlich sollte davon ausgegangen werden, dass in Problemsituationen lange und vernetzte Kausalketten für Anfänger in viel größerem Maße Schwierigkeiten aufwerfen, als das zunächst vermutet wird[21]. Es kann nicht zielführend sein, um ein konkretes Unterrichtsbeispiel zu betrachten, Anfängern eine Sammlung mit Informationen zur Verfügung zu stellen mit der Aufgabe, die relevanten Informationen herauszusuchen. Zielführender wäre, Komplexität zu reduzieren und Situationen auszuwählen, in denen die Schüler bereits Erfahrungen sammeln konnten, oder aber ihnen die Zeit zuzugestehen, sich dem Problem zunächst handelnd zu nähern und dann erst auf eine theoretische Ebene zu wechseln.

Der Zusammenhang zwischen Anforderungen, die eine Problemsituation mit sich bringt, und daraus entstehender Angst, die besonders bei Kindern tragend werden und ihre Handlungsperformanz einschränken kann, ist von Mackowiak erforscht worden. Sie kann zeigen, dass sich das Verhalten von niedrig und von hoch ängstlichen Kindern umso deutlicher unterscheidet, je komplexer und schwieriger eine Aufgabenstellung ist (Mackowiak 1998, S. 110 ff.).

2.2.4 Bewusste und intuitive Planungsvorgänge

Ryles kritisches Hinterfragen der Vorstellung einer in zwei hierarchisch-gegliederte Teilprozesse zerfallenden Handlung (geistiges Planen, körperliches Ausführen) beeinflusste das Modell des tacit knowing (in deutscher Übersetzung: implizites Wissen). Deren Vertreter, besonders Polanyi, Schön und in neuerer Zeit Neuweg, gehen davon aus, dass Planung und Ausführung einer Handlung ein untrennbares Ganzes bilden, dass beide Elemente sich nur bedingt in einem zeitlichen Ablauf darstellen lassen. Wissen über die Handlungsumgebung und über Mittel und Wege, die die Handlung erfolgreich machen könnten, ist in vielen Fällen nicht in Form von Einheiten verfügbar, die vor der Ausführung zusammengestellt werden – ansonsten könnten Handlungen, die planvoll ausgeführt werden, ohne dass vorher ein Plan

[20] Dieser Gedanke findet besonders in der Didaktik der naturwissenschaftlichen Fächer Anklang. Zur Theorie des Conceptual-Change und den Vorstellungen von Lehrern dazu: Kleickmann et al. (2005). Giest benennt als wichtige Ursache für Probleme beim Re- und Umstrukturieren von Wissen die „[...] Besonderheiten der Entwicklung der Begriffe und des begrifflichen Denkens in Abhängigkeit vom Kontext, der Tätigkeit, von den Situationen, in denen sie angeeignet und genutzt werden [...]“ (Giest 2011, S. 74). Hier sind Parallelen zu den Ergebnissen der Expertiseforschung erkennbar.

[21] Zusätzlich muss bedacht werden, dass es in Erkenntnisprozessen keinesfalls nur eindeutige Kausalitäten gibt. Krems benennt als Charakteristikum von Abduktionsschlüssen, dass Handelnde dabei „die ihnen jeweils verfügbaren Informationen verwenden, um ein internes Referenzmodell, also eine Repräsentation der wichtigen situativen Elemente aufzubauen, aus dem sie dann ihre Schlussfolgerungen ableiten.“ (Krems 1997, S. 739) So können unter „formal gleicher Systemkonfiguration unterschiedliche Kausalerklärungen produziert werden [...]“ (a. a. O., S. 741).

geschmiedet wurde, kaum erklärt werden (vgl. Neuweg 2004, S. 352). Vielmehr muss von einer anderen Form der Verbindung zwischen Innenwelt und Außenwelt des Handelnden ausgegangen werden. Neben der bewusst vorgenommenen (und auch explizierbaren) Planung existiert eine Form, die der Handelnde als intuitiv erfährt: „[...] das Subjekt denkt dabei nicht diskursiv, gibt sich vor oder während der Verrichtung keine Selbstinstruktionen. Es nimmt etwas wahr, fällt ein Urteil, erwartet etwas, gelangt zu einer Schlussfolgerung, hat einen Einfall, löst ein Problem, erreicht ein Ziel, führt eine Bewegung aus usw." (A. a. O., S. 13) Je unbewusster die Handlungsregulation abläuft, desto undeutlicher ist sie von außen beobachtbar. Es wäre allerdings ein Irrglaube, würde man aufgrund fehlender Anzeichen oder aufgrund der Unfähigkeit des Handelnden, die Regelhaftigkeit seines Vorgehens zu beschreiben, von einem ungeplanten Prozess ausgehen. „Der Handelnde fokussiert nach außen, nicht nach innen, auf ein Problem, auf die Arbeitsergebnisse [...], nicht auf sich selbst und seine eigenen Kognitionen." (A. a. O., S. 351)

Nachdem beide Modi der Planung, die präaktionale[22] und die handlungsbegleitende, nachweisbar sind, sollte ein Handlungsmodell beide berücksichtigen. Eine Planung sollte dementsprechend als Vorgang auf mehreren Ebenen aufgefasst werden. In einer der Ausführung vorausgehenden Planung können das Ziel präzisiert und Umgebungsbedingungen analysiert werden, es können Teilschritte gebildet, Kriterien festgelegt und eine Vorauswahl an Mitteln getroffen werden. Diese Planung findet in Form eines auf abstrakter Ebene geführten Denkprozesses statt. Inwieweit in ihr bereits ein relativ getreues Bild der tatsächlichen Situation repräsentiert ist, hängt stark von der Erfahrung des Handelnden ab. Während der dann einsetzenden Verwirklichung findet Planung handlungsbegleitend und überwiegend intuitiv statt. Sie ist sehr wohl wissensgeleitet, greift aber stärker auf implizite Formen des Wissens zurück. Sie ist erfahrungsgebunden und kaum oder nicht verbalisierbar, auch nicht formalisierbar (vgl. a. a. O., S. 18 ff.). Daher ist diese Form des Planens in Lernprozessen schwer zugängig.

[22] Mit dem Begriff des „präaktionalen Plans" werden hier Planungseinheiten bezeichnet, die vor der Initiierung der Handlungsausführung erstellt werden. Präaktionale Pläne spielen in alltäglichen Handlungen in unterschiedlichen Ausprägungsgraden eine Rolle. Miller et al. zeigen das am Beispiel des abendlichen Zähneputzens vor dem Zubettgehen, das planvoll abläuft, bei dem der Plan aber nur aus groben Eckpunkten besteht (Miller et al. 1991, S. 15). Der Begriff lehnt sich an die Terminologie des Rubikonmodells an, ohne dessen fragmentierende Sicht auf eine Handlung zu teilen.

2.2.5 Modellvorstellungen zum Planen

Die Forschung zur Handlungsregulation hat verschiedene Modellvorstellungen des Planens entwickelt.

Funke und Glodowski verstehen einen Plan als zeitliche Abfolge von Teilschritten einer Handlung, in die – je nach Kenntnisstand des Handelnden – mehr oder weniger Wissen um einschränkende Randbedingungen integriert ist (Funke und Glodowski 1990, S. 140). Sie gehen davon aus, dass ein Plan eine hierarchische Struktur bildet, d. h. er kann sowohl eine Grobplanung bilden als auch eine, aus mehreren ineinander verschachtelten Teilen bestehende, Feinplanung (ebd.). Auch Hacker geht von einem groben Rahmenplan aus, der im Verlauf einer Handlung schrittweise verfeinert wird (Hacker 1983, S. 22). Der Rahmenplan muss Teilziele und erforderliche Operatoren enthalten. Dörner nennt als Voraussetzung für das Bilden von Zielen und für das Zuordnen von Operatoren Kenntnisse über den Ausgangszustand, über die Rahmenbedingungen, über geeignete Operatoren und das Vorhandensein eines Bildes des Zielzustands (Dörner 1987, S. 60 ff.). Sell und Schimweg bestimmen Operatoren, die in verschiedensten Situationen zur Anwendung kommen, genauer. Beispiele für solche universelle Operatoren sind Vergleichen, Auswerten, Bewerten, Interpretieren, Klassifizieren, Ordnen und Ausschließen. Ihre Eigenschaften unterscheiden sie nach dem Anwendungsbereich, nach der Wirkungsbreite und –sicherheit, nach den Nebenwirkungen und nach dem mit ihnen verbundenen materiellen und zeitlichen Aufwand (vgl. Sell et al. 2002, S. 41).

Während diese Modellvorstellungen von einem relativ klaren Erfassen der Handlungssituation ausgehen, betont Pea den heuristischen und iterativen Charakter des Planens. Auch er sieht als Voraussetzung Wissen über die Ausgangssituation und ein Bild des Ziels. Sein Modell der „difine-and-refine planning strategy“ baut aber, im Gegensatz besonders zu Hacker und Dörner, darauf auf, dass der Planende oft über kein Wissen zu Ausführbarkeit, Angemessenheit und zu Grenzen möglicher Operatoren verfügt (Pea 1982, S. 13; vgl. Mackowiak 1998, S. 35 ff., Kluwe 1990, S. 135 und Binder 2013c). Ein tragfähiger Plan wird nach Peas Vorstellung in mehreren Durchläufen entwickelt. Zunächst genügt dem Handelnden ein Lösungs*ansatz*, eine Stelle, die er als Teil des Problems identifiziert und deren Bewältigung er sich zutraut. Dort steigt er in die Problemlösung ein und verfeinert den groben, ersten Plan durch wiederholtes Bestimmen geeigneter und ungeeigneter Operatoren – auch in Abhängigkeit des immer konkreter werdenden Wissens über die Situation. Erst am Ende mehrerer

Durchläufe wird demnach ein Plan stehen, der erfolgreich leitend für weitere Handlungen sein kann.

2.3 Bewertungen und Entscheidungen

Eine reibungslos ablaufende Handlung scheint von außen betrachtet aus einem folgerichtigen Ablauf zu bestehen. Dies ist allerdings nur die oberflächliche Sicht, ein zentraler Aspekt bleibt unberücksichtigt: die zahlreichen Entscheidungen, die im Verlauf der Handlung getroffen werden und die jeweils auf einer Bewertung beruhen. Wo einfache Zweck-Mittel- und Ursache-Wirkzusammenhänge bestehen, können Entscheidungen auf der Basis vorhandenen Wissens und Könnens getroffen werden. In besonders reiner Form betrifft das Situationen, in denen die Bedingungsfaktoren quantifiziert bzw. algorithmisiert werden können – was in gewisser Weise einer Idealvorstellung methodisch-systematischer Handlungsplanung entspricht (vgl. Grunwald 2006a, S. 160). In komplexeren Zusammenhängen liegen jedoch keine eindeutigen Sachlagen und Kriterien vor, oft genug sind sie auch widersprüchlich[23]. Das wirft die Frage auf, nach welchen Gesichtspunkten Entscheidungen dort getroffen werden, und diese Frage ist besonders in Kontexten wichtig, in denen rationale Entscheidungen bevorzugt werden.

2.3.1 Entscheidungsfelder

Zunächst kann davon ausgegangen werden, dass Entscheidungen gemäß der Handlungsabsicht gefällt werden. Ein alltägliches Beispiel soll das komplexe Bewertungsgeflecht veranschaulichen, das damit verbunden ist: Wer passende Wanderschuhe sucht, geht in ein Fachgeschäft und wählt die Schuhe aus, die seinen Absichten am besten entsprechen. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Entscheidungen nach zweckrationalen Kriterien getroffen werden: Was ist das geeignetste Mittel, um die Absicht zu erfüllen?

Konkretisierung der Absichten

Bei den Wanderschuhen beinhaltet das Attribut „passend“ ein ganzes Cluster an Spezifikationen. Für welchen Untergrund sollen sie „passen“? Für welche Witterung? Welche Entfernung soll mit ihnen zurückgelegt werden, wie oft werden sie eingesetzt? Wie viel sollen sie und wie viel dürfen sie kosten? Diese Fragen legen rationale Abwägungen nahe, wobei es

[23] Sachs betont, dass dies auch für technische Handlungen gilt, die in weiten Teilen in offenen Entscheidungsfeldern ausgeführt werden, unter unterschiedlichen Interessenslagen und mit einer sehr großen Bandbreite möglicher Verwirklichungen (vgl. Deutsches Institut für Fernstudien 1979, S. 65). Algorithmisierbar sind dabei weder gesellschaftliche noch emotionale Faktoren, um nur zwei zu nennen.

hilfreich ist, den Bedarf möglichst konkret zu erfassen, damit die Variante ausgewählt werden kann, die das beste Verhältnis von Zweck und Aufwand verspricht.

Dass Menschen gerade bei Kaufentscheidungen nur teilweise so vorgehen, dürfte unstrittig sein. Aus ästhetischem Empfinden heraus werden bestimmte Farben und Formen bevorzugt. Aus ethischen Erwägungen kann eine Rolle spielen, unter welchen Arbeitsbedingungen die Ware hergestellt wird oder ob Werkstoffe eingesetzt werden, die in der Produktion zu unnötigen Umweltbelastungen führen oder die aus anderen Gründen schlecht bewertet werden (Veganer würden beispielsweise keine Produkte aus Leder kaufen). Je differenzierter sich der Handelnde seiner verschiedenen Wünsche, Möglichkeiten, Grundeinstellungen und Überzeugungen bewusst ist, desto besser vermag er sie rational gewichten. Je konkreter er das spezifische Entscheidungsumfeld benennen kann, desto besser wird er auch explizieren können, nach welchen Gesichtspunkten er entschieden hat.

In professionellen Kontexten wird versucht, durch systematisches, methodisches Vorgehen zu klaren Zielvorstellungen zu gelangen, beispielsweise durch Anforderungslisten (Pflichten- und Lastenheft), die zu Beginn einer Konstruktion erstellt werden, durch das Vier-Augen-Prinzip, das eine bessere Objektivität sicherstellen soll oder durch das Protokollieren von Entscheidungsprozessen. Dadurch kann mit Offenheit besser umgegangen werden, wenn sie sich auch nicht ausschließen lässt. Auch im privaten Bereich werden Versuche unternommen, Entscheidungen abzusichern bzw. zu optimieren: Es werden Informationen eingeholt, der Sachverhalt mit anderen besprochen, der Verkäufer (als Experte) befragt, die Entscheidung wird auf den nächsten Tag verschoben usw.

Implizite Wünsche

Wenn von einem „Konkretisieren von Absichten“ gesprochen wird, wird vorausgesetzt, dass sie sich konkretisieren lassen. In vielen Fällen ist dies aber nicht einfach zu erreichen. Handlungen finden in einem sozialen Umfeld statt, sie beeinflussen andere Menschen und werden von anderen beeinflusst. Handlungen, und auch den Mitteln, die dabei verwendet werden, kann eine symbolische Funktion zugewiesen werden. Wer ein Produkt mit hohem Prestigewert besitzt und dies zeigt, sendet eine Nachricht an seine Mitmenschen aus. Wenn sie dort verstanden wird, lohnt es sich vielleicht, deutlich mehr zu bezahlen als für andere Produkte, die den (sachlichen) Zweck vergleichbar gut erfüllen. Diese Absichten werden jedoch oft nicht auf einer bewussten Ebene verfolgt, sodass sich in einer Entscheidungssituation eine ganze Fülle von Einflüssen, die unbewusst „mitschwingen“, verbergen kann. Hinter mancher rationalen Argumentation beispielsweise beim Autokauf (die „Überholreserve“) versteckt

sich der Wunsch, rationale Begründungen für eine Entscheidung zu finden, die bereits unter anderen Gesichtspunkten gefallen ist. Allerdings sind das keine Fremdeinflüsse, sie gehören zu den Intentionen des Handelnden. Der Sinnzusammenhang, den er mit einem bestimmten Auto oder einem bestimmten Schuh herstellt, wird durch alle Faktoren gebildet, die für ihn „Sinn machen". Werden nur physische Wirkzusammenhänge und Berechenbares zugelassen, sagt das weniger über die Situation aus als über die Sicht *auf* die Situation.

Problem- und Suchraum

Die Lebenssituationen, in die Handlungen eingebettet sind, sind nicht nur vielschichtig, sondern auch dynamisch. Umwelt und Handlungszustand verändern ihr Verhältnis zueinander laufend, wodurch sich die Bedingungen der Handlung ändern. Außerdem ändert die Handlung die Umwelt und damit ihre eigene Grundlage. Dadurch entsteht eine Menge möglicher Konstellationen, die so groß ist, dass nicht mehr alle denkbaren Entscheidungen getroffen werden können.

In der Problemlöseforschung wird die Umwelt einer Handlung als „Problemraum" bezeichnet und vom „Suchraum" unterschieden. Während der Begriff „Problemraum" die Gesamtheit aller mit einem Problem verbundenen Situationen benennt (vgl. Schmid 2007, S. 14), steht „Suchraum" für den dem Handelnden sich tatsächlich bietenden „Entscheidungsbereich". Am Beispiel des Wanderschuh-Kaufs: Zum Suchraum gehören nicht alle Ladengeschäfte, sondern nur die tatsächlich erreichbaren (incl. der Verkaufsplattform des Internet), und darunter auch nur die, die Wanderschuhe führen. Zum Suchraum gehören des Weiteren die verfügbaren Operatoren, zum Beispiel das Nachdenken darüber, ob nicht einfache Sportschuhe denselben Zweck erfüllen oder die Überlegung, ob man die Schuhe direkt im Wandergebiet kaufen sollte, weil dort auf die Umstände besser angepasster Sachverstand verfügbar ist. Ein eingeengter Suchraum schränkt die Parameter und damit die möglichen Varianten ein, sodass Bewertungen auf einer gefilterten Datenbasis durchgeführt werden können. Ein enger Suchraum deutet aber nicht zwangsläufig auf eine zweckmäßige Strategie hin. Er kann auf kompetentes Handeln hinweisen, bei dem Varianten frühzeitig als nicht zielführend erkannt werden, aber auch auf einen „Tunnelblick", der dazu führt, dass unkonventionelle Alternativen von vorneherein ausgeschlossen werden, und auch darauf, dass selbst naheliegende Möglichkeiten nicht erkannt werden. Aus manchen verfahrenen Situationen finden sich Auswege, wenn der Handelnde „einen Schritt zurücktritt", wenn er sich Abstand verschafft und versucht, die Problemlage aus einer anderen Sicht zu betrachten. So können nicht-zweckdienliche Verengungen des Blicks wieder erweitert werden – plötzlich fallen

Faktoren auf, auf die der Problemlöser nicht geachtet hatte, obwohl sie die ganze Zeit vorhanden waren. Auch das zeitliche Setzenlassen verfolgt diese Strategie.

2.3.2 Bewertungsmethoden

Besonders in komplexen Entscheidungssituationen in professionellen Kontexten wird versucht, diesen Schwierigkeiten durch eine Systematisierung des Bewertungs- und Entscheidungsprozesses zu begegnen. Er ist dort eng mit dem Begriff der Machbarkeit verbunden, sicher auch aus ökonomischen Gründen, da ein frühzeitiges Erkennen von Problemen vor teuren Fehlwegen schützen kann. Risiken werden kategorisiert – Grunwald nennt beispielhaft das Betriebsrisiko, das Ausfallrisiko und das Missbrauchsrisiko (Grunwald 2006a, S. 164) – und mithilfe standardisierter Verfahren erfasst bzw. prognostiziert. Einige Verfahren sind gesetzlich vorgeschrieben, andere obliegen der Verantwortung des Unternehmers. Grunwald unterscheidet Methoden zu wirtschaftlichen, ökologischen und gesellschaftlichen Schwerpunkten (a. a. O., S. 166 ff.) und hebt die Schwierigkeit hervor, die unterschiedlichen Teilbewertungen zu einer Gesamtbewertung zusammenzuführen. Dabei sind schon in den Bewertungen von Teilfragen Unwägbarkeiten enthalten, die sich im Gesamtzusammenhang potenzieren können. Dies macht umso notwendiger, dass Entwicklungen, die weitreichende Folgen nach sich ziehen können, von unterschiedlichen „Instanzen“ (Experten, Wissenschaftsvertreter, Verbraucherschützer) der involvierten Interessensgruppen bewertet werden. Das kann nur dann gesellschaftliche Wirkung entfalten, wenn Diskussionen und grundlegende Entscheidungen *vor* der Implementierung der Neuerung durchgeführt werden.

2.3.3 Bewertungshierarchien

Letztendlich lassen sich Bewertungen und Entscheidungen überall dort nicht rein rational absichern, wo sich unterschiedliche Wertesysteme überlagern. Konfligierende Interessen müssen gewichtet werden, Entscheidungen spiegeln also immer auch Machtverhältnisse wieder, zuallererst aber die Wertehierarchien der Entscheidungsträger.

Verschiedene Theorieansätze beschreiben Bewertungsprozesse beim Handeln. Goschke unterscheidet persönlichkeitstheoretische (Anschlussmotiv, Leistungsmotiv, Machtmotiv usw.), kognitive (Erwartung-mal-Wert-Modelle wie das Risikowahlmodell von Atkinson: Leistungsmotivation, Erfolgswahrscheinlichkeit und der Anreiz, das Ziel zu erreichen), volitionstheoretische (Aufmerksamkeitskontrolle, Motivationskontrolle, Umweltkontrolle usw.) und neurowissenschaftliche Ansätze (Goschke 2006, S. 564 ff.). Ohne auf die einzelnen Konzep-

te hier näher einzugehen, verdeutlichen ihre spezifischen Zuschnitte, wie sich in Entscheidungssituationen bewusste und unbewusste Wertungen überschneiden. Wer Macht über seine Umwelt (hier im weitesten Sinn des Begriffs) verspüren möchte (Machtmotiv, Umweltkontrolle), wird bei der Entscheidung, welches Verkehrsmittel er für den Urlaub nutzt, anders entscheiden als jemand, der nicht nur das Ergebnis der Handlung, sondern auch die Folgen bedenkt (Erwartung-mal-Wert-Abwägung). Einen tropfenden Wasserhahn wird Person A als Herausforderung empfinden, nicht gleich einen Handwerker zu beauftragen, bevor sie nicht zuvor versucht hat, es selbst zu lösen (Leistungsmotiv, Umweltkontrolle). Person B wird abwägen, ob sie das nötige Wissen und das erforderliche Werkzeug hat und ob sie bei der Reparatur durch Beschädigungen nicht mehr Kosten verursacht, als sie für den Handwerker bezahlen müsste (Erwartung-mal-Wert-Abwägung). Bei beiden spielen ökonomische Überlegungen eine wichtige Rolle, ohne dass sie zu gleichen Entscheidungen kommen müssen. Selbst bei einer Person wird, je nach Gemütslage, einmal das eine Motiv überwiegen, dann ein anderes. Welche Faktoren letztlich als die entscheidenden bewertet werden, hängt von unterschiedlichsten Einflüssen ab: von Dispositionen des Handelnden, von materialen, ökomischen, zeitlichen oder sozialen Rahmenbedingungen, von Stimmungen und vielem mehr.

Es wird hier von einer *Polyvalenz von Bewertungskontexten* ausgegangen. Der Handelnde agiert in einer situativ einzigartigen Handlungsumwelt. Seine Entscheidungen werden „von innen“ beeinflusst, von seiner situativen Interessenslage, von dauerhaft wirkenden Persönlichkeitseigenschaften und von seiner Gemütslage. „Von außen“ wirkende Einflüsse stammen aus der sozialen und der materialen Umwelt. Auch bei diesen müssen solche unterschieden werden, die relativ stabil in verschiedenen Kontexten wirken und solche, die nur in der einen Situation vorhanden sind, vielleicht auch nur für einen kleinen Ausschnitt der Handlungsdauer. Nur unter der Annahme von ausschließlich stabilen inneren und äußeren Einflüssen wäre denkbar, dass Entscheidungen so gefällt werden, dass sie in „gleichen“ Situationen exakt wiederholt würden. Da die Wirklichkeit durch ständige Veränderungen geprägt ist, wird von instabilen Bewertungskontexten ausgegangen, in denen die vielschichtigen Wertesysteme, die im Handlungssubjekt angelegt sind, zur Entscheidung herangezogen werden. Dass eine Person letztlich in ähnlichen Situationen „charakteristisch“ handelt, also ihre Entscheidungen in einem mehr oder weniger engen Korridor liegen, hat seine Ursachen neben stabilen Anteilen der Umgebungsbedingungen vor allem in den stabilen Anteilen der Persönlichkeit.

Wenn er entscheidet, wird der Handelnde, ohne sich voll bewusst zu sein, weshalb, einzelne Bewertungsaspekte höher einstufen als andere und dementsprechend zu einer Entscheidung kommen, deren Grundlagen er nur bedingt wird explizieren können. Im Nachhinein, in einer Rückschau, wird er u. U. rekonstruieren können, inwiefern bestimmte Überlegungen und Bewertungen tragend für die gesamte Handlung waren. Außerdem haben manche Entscheidungen eine deutlich größere Reichweite als andere. Die Folgen lassen sich teilweise während der Entscheidungsfindung schon voraussehen, oft aber auch nur retrospektiv rekapitulieren. Das wird bei der Erörterung des Zusammenhangs zwischen zweckrationalen und ethischen Fragen zu diskutieren sein.

Der Gedanke der Polyvalenz von Bewertungskontexten weist letztlich darauf hin, dass eine Handlung unter unterschiedlichen Blickwinkeln unterschiedlich bewertet wird – und das trifft sowohl auf die Bewertung des Handelnden selbst zu als auch auf die der von der Handlung betroffenen Umwelt.

An dieser Schnittstelle setzt die „Handlungssystemtheorie“ Ropohls an.

2.4 Handlung als System – zur Handlungstheorie Günter Ropohls

Im Zusammenhang seiner Suche nach einer Ordnungsstruktur für die überaus fragmentierten Technikwissenschaften entwickelte Ropohl eine systemtheoretisch beeinflusste Theorie des *Gegenstandsbereiches Technik*. Die Ursachen für das Fehlen einer gemeinsamen Basis der Technikwissenschaften liegen in einer „starke[n] Abhängigkeit von Gewerbe- und Industriepraxis sowie eine[r] Vielzahl historischer Zufälligkeiten in der Differenzierung und Spezialisierung der Teildisziplinen [...]“ (Ropohl 2003, S. 153). Die systemtheoretische Sicht erlaube „[...] Ordnung stiftende Einsichten in das Verhalten und den Aufbau technischer Gebilde, ohne dass man immer gleich die verwirrende Vielfalt technischer Ausführungsdetails und technikwissenschaftlicher Theorien berücksichtigen müsste.“ (A. a. O., S. 155) Er wendet den Systembegriff jedoch nicht nur auf technische Gegenstände und Strukturen an, sondern auch auf das Handeln. Um diesen Ansatz betrachten zu können, muss zunächst sein systemtheoretisches Technikmodell dargestellt werden.

2.4.1 Technik als System

Ropohl betrachtet Technik als Interaktionszusammenhang zwischen einem Menschen und einem Sachsystem. Dieses Zusammenwirken fasst er unter dem Begriff des „soziotechni-

schen Systems“[24] zusammen, dessen Subsysteme aus den Sachsystemen einerseits und den Menschen bzw. ihren Organisationsformen (private Haushalte, Industriebetriebe, Organisationen, die Gesellschaft) andererseits gebildet werden.

Ein System ist eine Einheit, die durch ihre Systemgrenze gleichzeitig zur Umwelt abgeschlossen und mit ihr verbunden ist, und die insgesamt eine selbsterhaltende Funktion aufweist. Die systemtheoretische Sicht auf Sachverhalte bringt eine Reihe von Vorzügen mit. So erlaubt sie einen formalen Blick ohne situativ-inhaltliche Einbindung, zwingt dazu, die Elemente des Systems und ihre Beziehungen zueinander in abstrakter Form zu klären. Die Gefahr der systemtheoretischen Sicht, das sei schon vorweggenommen, liegt im selben Prinzip begründet: im Ausschluss der Wirklichkeit zum Zweck formaler Operationen.

Ropohl betrachtet an einem System vier Aspekte. Zunächst müssen die Einheit selbst und ihre Umgebung voneinander unterschieden werden (Bestimmen der Systemgrenze). Zweitens können im System Subsysteme differenziert werden, Aggregate mit derselben Funktion beispielsweise. Dadurch entsteht eine hierarchisch gegliederte Systemarchitektur. Drittens müssen die Eingangs- und Ausgangsgrößen erfasst werden. Ropohl nennt sie „Systemattribute“ (Ropohl 2009, S. 77) und teilt die Attributklassen Stoff, Energie und Information ein (zur missverständlichen Verwendung des Informationsbegriffs: Mackeprang 1999b, S. 9). Der Zusammenhang zwischen den Attributen wird viertens in der Funktion des Systems beschrieben.

Das systemtheoretische Technikverständnis hat sich in den Technikwissenschaften etabliert und wird als Ordnungsmodell für eine „Allgemeine Technologie“ genutzt. Ein Beispiel findet sich bei Wolffgramm. Er spricht von „Art von Arbeitsgegenständen“ (Attributklassen) und von „Art der Veränderung“ (Funktion):

Art des Arbeitsgegenstandes	**Art der Veränderung**		
	Formänderung	**Strukturänderung**	**Ortsänderung**
Stoff	Stoffformung	Stoffwandlung	Stofftransport
Energie	Energieumformung	Energiewandlung	Energietransport
Daten	Datenumformung	Datenwandlung	Datentransport
	Verfahren	*Prozesse*	*Operationen*

Tabelle 1: System der technologischen Vorgänge (nach: Wolffgramm 2012, S. 98)

[24] Der Begriff des soziotechnischen Systems stammt ursprünglich aus der soziologischen Arbeitsforschung und wird heute besonders in volks- und betriebswirtschaftlichen Kontexten verwendet. Technik generell als Soziotechnik zu bezeichnen, ist nicht unproblematisch, da damit zum einen suggeriert wird, es gäbe auch eine sozial nicht wirkende Technik. Außerdem wird dabei die personale Bedeutung von Technik ausgeklammert (vgl. dazu Binder 2013b).

Wolffgramm kombiniert die Ordnungsgrößen „Art des Gegenstands“ und „Art der Veränderung“ zunächst algorithmisch und gelangt so zu einer Systematik, von der er annimmt, dass mit ihr alle technischen Prozesse abgebildet werden können.

So klar der systemtheoretische Blick zunächst erscheint, führt er zu schwerwiegenden Passungsproblemen bei der „Rückübersetzung“ (vgl. Schlagenhauf 2011, Schmayl 2013): Ein Haus kann als Stoffspeicher betrachtet werden, dabei geraten aber gerade seine wesenhaften Funktionen aus dem Blickfeld; Tennisspielen müsste als Stofftransport bestimmt werden, wobei evident ist, dass es beim Tennis nicht um den Transport von Bällen auf die andere Seite des Netzes geht.

Fies weist, in Anlehnung an Ropohl, darauf hin, dass ein Teil der Passungsprobleme dadurch entsteht, dass der Funktionsbegriff zweideutig ist. Eine teleologische Verwendung „beschreibt, **wozu** ein System/Objekt dient, während der deskriptive Funktionsbegriff die Frage beantwortet, **wie** sich das System/Objekt verhält.“ (Fies 2011, S. 12) Fies stellt dar, dass in der Allgemeinen Technologie die deskriptive Verwendung dominiert, und er verweist ausdrücklich darauf, dass sich auch Ropohl zu dieser Bedeutungsvariante bekennt (vgl. ebd.). Dies muss als Hintergrund beachtet werden, wenn in der Folge Ropohls Systemtheorie genauer betrachtet wird.

2.4.2 Drei Systemkonzepte

Ropohl unterscheidet drei grundsätzlich verschiedene Systemkonzepte bzw. Sichtweisen auf ein System, mit jeweils spezifischen Analyseschwerpunkten.

Das *funktionale Konzept* erfasst zunächst nur drei Faktoren: Das System als Einheit, die Systemumgebung und die Funktion des Systems. Die funktionale Frage lautet „Was tut dieses System?“ Eine entsprechende Antwort könnte lauten: „Es transportiert Stoff.“ Unter dem *strukturalen Konzept* werden die Subsysteme und ihre

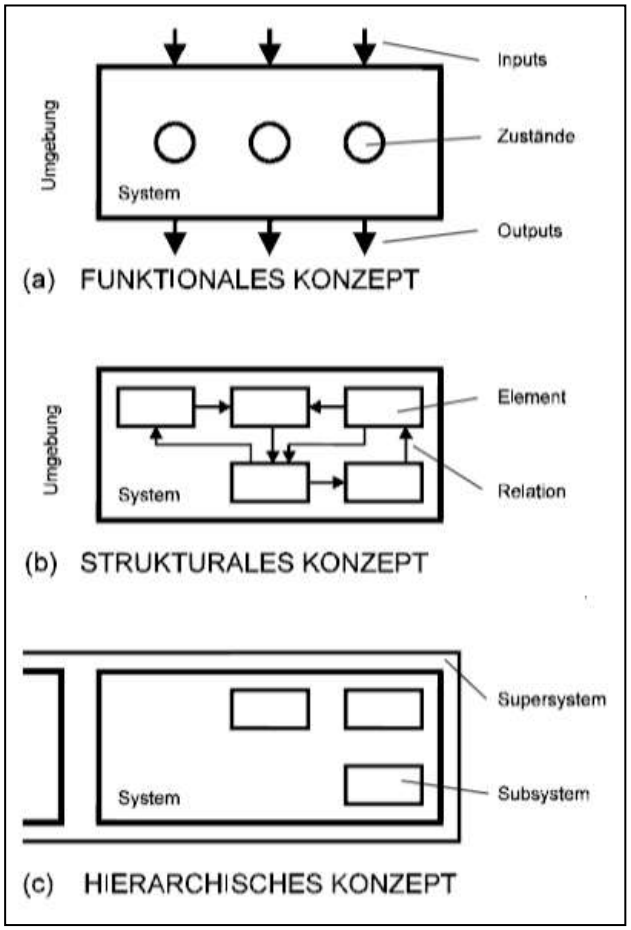


Abbildung 10: Konzepte der Systemtheorie (in: Ropohl 2009, S. 76)

Beziehungen zueinander betrachtet, von denen die Systemeigenschaften abhängen. Mit dem *hierarchischen Konzept* wird die Art der Beziehungen zwischen dem System und seiner Umgebung bestimmt.

Alle drei Konzepte sind Sichtweisen auf ein und dasselbe System. Sie erfassen unterschiedliche Sachverhalte, stellen aber auch unterschiedliche Auflösungsgrade des betrachtenden Blicks dar. Der funktionale blendet Binnenbetrachtungen und externe Verflechtungen aus. Der Blick auf die Struktur öffnet die black box des Systems und betrachtet sein Innenleben mit hohem Auflösungsgrad. Beim hierarchischen Konzept tritt der Betrachter „einen Schritt zurück" und untersucht den Gegenstand in seiner Verflechtung mit der Umgebung. Hier deuten sich bereits drei mögliche Strategien der Analyse technischer Handlungen an: die Betrachtung des Ablaufs incl. des Ergebnisses, die Betrachtung ihrer Komponenten incl. ihrer Beziehungen und die Betrachtung der Vernetzung der Handlung mit ihrer Umgebung.

2.4.3 Eine Handlung als System

Ausgehend von seinem Technikbegriff argumentiert Ropohl, dass eine systemtheoretische Sicht auf Technik Handlungen mit einschließen muss. „Ein *Handlungssystem* ist eine Instanz, die Handlungen vollzieht." (Ropohl 2009, S. 93) Mögliche Instanzen sind Menschen, Organisationen und Staaten. Den Begriff der technischen Handlung grenzt er auf Handlungen mit technischen Artefakten ein (s. u.). Die Betrachtung einer Handlungssituation aus den drei Systemkonzepten heraus führt zu unterschiedlichen Ergebnissen.

Funktionale Aspekte von Handlungen

Unter funktionaler Betrachtung wird zunächst die Systemgrenze bestimmt. Zum Handlungssystem gehört alles, „was erforderlich ist, damit eine Handlung überhaupt zustande kommt." (A. a. O., S. 94) Das wären im Fall technischer Handlungen das Handlungssubjekt und das genutzte Sachsystem. Um die Funktion des Handlungssystems bestimmen zu können, werden die Handlungsattribute erfasst.

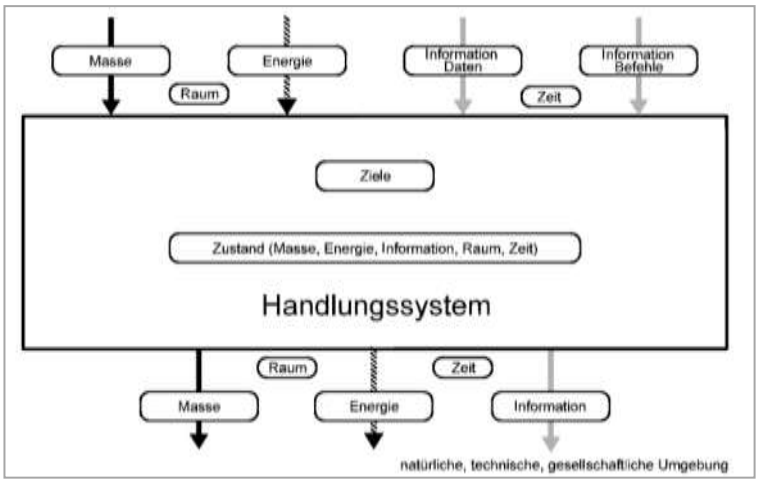


Abbildung 11: Blockschema eines Handlungssystems (in: Ropohl 2009, S. 97)

Ropohl verwendet die Attributklassen Masse, Energie und Information auch hier, wobei er die Klasse der Information in *Daten* und *Befehle* differenziert. Zur Bestimmung der Funktion des Handlungssystems muss die Veränderung betrachtet werden, welche die Inputs durch die Operationen erfahren. Ropohl exemplifiziert das an verschiedenen Beispielen: Beim Verteilen von Saatgut im Garten wird stofflicher Output erzeugt, beim Fahrradfahren energetischer und beim Mitteilen eines Termins ein informationeller (vgl. a. a. O., S. 96). Als Zustandsattribut mit besonderer Bedeutung sieht er die Ziele[25], weil sie konstitutiv für Handlungen sind.

Strukturale Aspekte von Handlungen

Die funktionale Betrachtung gibt noch keine Auskunft über die Binnenstruktur des Handlungssystems. Um dies zu leisten, müssen die Subsysteme und ihre Beziehungen zueinander bestimmt werden. Als Subsysteme unterscheidet Ropohl das Zielsetzungs-, das Informations- und das Ausführungssystem. Für das Informations- und das Ausführungssystem nimmt er als Subsysteme Rezeptoren und Effektoren an, womit Schnittstellen gemeint sind, über die Masse, Energie und Informationen aufgenommen und abgegeben werden. Weitere Subsysteme sind Speicherungs-, Handhabungs- und Wandlungssysteme.

Hierarchische Aspekte von Handlungen

Die Einbindung von Handlungen in die Umwelt wird mit der hierarchischen Sicht auf ein Handlungssystem erfasst. Ropohl spricht auf der untersten Ebene vom *personalen System*. Dieses ist eingebunden in ein *soziales Mesosystem*, in ein Unternehmen beispielsweise oder

[25] Ropohl unterscheidet hier nicht zwischen Zielen und Intentionen. Es wird unterstellt, dass er von Zielen spricht, die auf der Grundlage einer Intention gebildet werden.

eine Behörde. Diese wiederum sind zu *sozialen Makrosystemen* vernetzt; Beispiele sind gesellschaftliche Institutionen wie politische Parteien oder Parlamente auf der Ebene des Zielsetzungssystems, wissenschaftliche Institutionen oder Medien im Bereich des Informationssystems, im Bereich des Ausführungssystems Verbände der Exekutive, aber auch das industrielle System und das Vertriebssystem der Volkswirtschaft.

2.4.4 Reichweite der Handlungssystemtheorie

Ropohl entwirft eine Handlungstheorie mit globalem Anspruch. Sie bezieht sich nicht nur auf eine bestimmte Art von Handlungen, auf technische etwa, oder auf Teilaspekte – er zielt ausdrücklich auf Handlungen im Allgemeinen und auf die gesamte Handlung ab. Die Handlungsforschung kann nicht auf viele globale Theorien zurückgreifen, sodass es erstaunt, dass Ropohls Theorie dort nicht auf größeres Echo gestoßen ist. Sie ist in Lenks Textsammlung „Handlungstheorien. Interdisziplinär“ vorgestellt (Lenk 1977-1984), allerdings ohne danach bedeutsam aufgegriffen zu werden. Über die Gründe lässt sich letztlich nur spekulieren, trotzdem sei eine mögliche Ursache diskutiert.

Ropohl steht in manchen seiner Äußerungen in der Nähe zu kybernetischen Handlungstheorien. Auch wenn er ausdrücklich erwähnt, dass er keine simplen Mensch-Maschine-Analogien beabsichtigt, führt seine Sprache doch teilweise in diese Denkrichtung. Wenn er von Inputs und Outputs im Hinblick auf menschliche Handlungen spricht, so kann das als sprachlich-formale Abstraktion verstanden werden. Wenn er jedoch als Kategorien dieser In- und Outputs lediglich Materie, Energie und Daten annimmt, findet die Vermutung, er baue seine Gedanken auf einem mechanistischen Weltbild auf, Nahrung. Mit dem Insistieren auf diesen Kategorien und, vielleicht stärker noch, durch die von ihm gewählten Anschauungsbeispiele, konterkariert er seine Behauptung, er wolle keine kybernetische Theorie entwickeln. Das Aussäen von Samen in einem Garten kann durchaus als Transport von Materie und als Umwandlung von Energie gesehen werden. Aber damit sind eben nur naturale Dimensionen dieser Handlung erfasst, keine personalen und sozialen. Ein Gartenbesitzer, der jahrelang an Stellen Samen aussät, die für Grasbewuchs ungeeignet sind und der so gegen die Natur ankämpft, um eine gleichmäßig grüne Rasenfläche zu erhalten – einer, der Salatsetzlinge kultiviert und unter Einsatz großer Mengen chemischer Abwehrmittel Salatköpfe großzieht, die teurer sind als Salat im Handel – ein Landwirt, der Hecken als Feldrainbewuchs stehen lässt, obwohl das seine Nutzfläche verringert – all diese Handlungen lassen sich nicht so in den Systemkategorien Stoff, Energie und Informationen erfassen, dass erklärt

werden könnte, *weshalb sie gerade so* und *warum sie überhaupt* durchgeführt werden. Hier wird die Aussagekraft der Handlungssystemtheorie schon allein durch die Beschränkung auf den deskriptiven Funktionsbegriff begrenzt.

Selbstverständlich ließe sich die Motivation für eine Handlung als Energie auffassen, die der Handelnde in das System einbringt. Dann würde jedoch der Energiebegriff so weit gefasst, wie das Ropohl vermutlich nicht intendiert. Dasselbe gilt für Gefühle, Überzeugungen, Wertesysteme und Erfahrungen, alles sinnhaltige Parameter einer Situation, die nicht einfach auf naturale Kategorien reduziert werden können. Sie lassen sich nicht ohne entscheidende Verluste quantifizieren, sie können auch nicht verlustfrei mit kategorial unterschiedlichen Parametern verglichen werden. Wo sollen die *Rezeptoren* des Geistes sein, die Instanzen, die dafür sorgen, dass ein Gedanke als „bedeutsam" eingestuft wird? Welche *Aktoren* wandeln Daten in Informationen um? Wie soll Ängstlichkeit, die eine zentrale Entscheidungsinstanz für Handlungen sein kann, in Ropohls Theorie aufgenommen werden? Als negative Energie?

Die Handlungssystemtheorie hat deutliche Grenzen dadurch, dass sie auf der einen Seite den Menschen und seine Handlungen formalisiert, dass sie insgesamt aber den Nachweis schuldig bleibt, wie sich diese Formalisierung zurückübersetzen lässt. Letztlich bleiben im Abgleich mit der Wirklichkeit viele Fragen offen. Dadurch entsteht ein zweiter Effekt: Es wird nicht deutlich, welchen Vorteil die Handlungsforschung daraus ziehen könnte, dass sie eine Handlung in dieser Weise betrachtet. Und, das ist ein besonders bedauerlicher Aspekt, gerade hierin könnte eine große Chance im systemtheoretischen Zugriff liegen. Wenn Ropohl mit seinem Ansatz richtig liegt, dass sich die Systemtheorie als einigendes Band für disparate, fragmentierte Wissenschaftsgebiete eignet, dann wäre sie für die Handlungsforschung von großer Bedeutung. Für sie muss nämlich dasselbe wie für die Technikwissenschaften festgestellt werden: Sie besteht aus einer Menge domänenspezifischer und disziplinärer Teilforschungen, die untereinander zu gering verknüpft sind. Sie bleiben isoliert, was letztlich dazu führt, dass sie nicht in dem Maße zu einem tieferen Verständnis des Handelns beitragen, wie sie das könnten. Die Leistung der Handlungssystemtheorie liegt darin, dass mit ihrer Hilfe unterschiedliche Blickrichtungen auf eine Handlung zu einer Struktur vernetzt werden können.

Für die weitere Betrachtung ergeben sich zwei Fragestellungen: Welche handlungsbeeinflussenden Zusammenhänge bestehen innerhalb des personalen Systems? Und: Welche Verflechtungen zwischen dem personalen und dem sozialen System werden wirksam?

2.5 Handeln als Form der Persönlichkeitsentfaltung

Brandtstädter stellt in „Entwicklung – Intentionalität – Handeln“ die *Theorie der intentionalen Selbstentwicklung* dar. Seine wissenschaftlichen Schwerpunkte liegen im Bereich der Handlungsforschung und der Entwicklungspsychologie der Lebensspanne. In seiner Arbeit spielt die Entwicklung der Identität durch die handelnde Auseinandersetzung mit Kultur – mit ihren Werten, aber auch mit ihren gegenständlichen Manifestationen – eine zentrale Rolle.

2.5.1 Identität als Entwicklungsaufgabe

Das Bewusstsein der eigenen Identität besteht nicht aus einem abgeschlossenen Bild einer Person von sich selbst, sondern aus einer vielschichtigen Repräsentation unterschiedlichster Merkmale und Eigenschaften, die in einem lebenslangen Prozess entwickelt und überformt wird. *Identitätsbildende Merkmale* erfüllen drei Funktionen: Sie schaffen erstens ein über die Zeit stabiles Bild, das die im Verlauf der Persönlichkeitsentwicklung auftretenden Veränderungen integrieren kann. Sie leisten zweitens eine Abgrenzung gegenüber anderen Personen, Brandtstädter spricht von „diskriminativer Valenz“ der Merkmale (Brandtstädter 2001, S. 62 f.). Und sie besitzen drittens eine für die Lebensgeschichte markante Relevanz, beispielsweise indem sie biographische Anekdoten abbilden. Entwickelt werden identitätsbildende Merkmale in einem Prozess der Auseinandersetzung der eigenen Person mit ihrer Umwelt. Diese wiederum besteht aus Personen, kulturellen Strukturen (soziale, zeitliche, normative Traditionen) und aus der Welt der Dinge.

Brandtstädters Identitätsbegriff deckt sich weitgehend mit anderen Ansätzen, beispielsweise mit dem soziologisch geprägten von T. Habermas, der (auf Erikson aufbauend) sechs „Dimensionen“ einer Identität postuliert: „Einzigartigkeit und Zugehörigkeit, persönliche Kontinuität und Innovation, persönliche Konsistenz und Flexibilität, Wirksamkeit eigener Initiativen und Handlungen, Identifizierung mit dem eigenen Körper und schließlich Selbstwert.“ (Habermas 1999, S. 112) Was Habermas durch eine Gegenüberstellung polarer Eckpunkte verdeutlicht, entwickelt Brandtstädter in der Darstellung dessen, was er als „Entwicklungsaufgaben“ bezeichnet.

2.5.2 Die kulturellen Grundlagen persönlicher Entwicklungsaufgaben

Als Entwicklungsaufgaben bezeichnet er kulturelle Verhaltensmuster, an denen sich die Person orientiert und denen dadurch eine normierende Funktion zukommt. Sie werden als Mus-

ter gelingenden Lebens dargestellt und sind „altersgraduiert“, also für unterschiedliche Lebensalter spezifiziert. Sie führen zu einem Druck auf die Person, bis zu einem bestimmten Alter das bisherige Muster überwunden zu haben und bereit für neue Repräsentationen des Selbst zu sein. Dieser Druck stellt eine gewisse Motivation zur Veränderung dar, aus der neue Entwicklungen erwachsen – Brandtstädter sieht ein jeweils sich öffnendes „kulturell-historisch konstituiertes Orientierungs- und Möglichkeitsfeld“ der Person (Brandtstädter 2001, S. 27).

Parallel zu ihren alltäglichen Handlungen erfährt die Person, wie ihr individueller Lebensentwurf innerhalb der gesellschaftlichen Normen „funktioniert“. Sie erkennt sich im Kontrast zu anderen als individuelles Wesen, aber auch als Teil eines größeren Systems. Diese Erfahrungen verdichten sich mit zunehmendem Alter zu einem konzeptuellen Selbst. Dessen Entwicklungsgeschichte wird geprägt durch Prozesse der Assimilation („selbstregulatorische Aktivitäten“), der Akkommodation („Entwertung blockierter Ziele“) und der Immunisierung („Abwehr selbstbilddiskrepanter Evidenz“) (a. a. O., S. 146).

Voraussetzung ist, dass die Person sozial wahrnehmbar handelt und dabei sich und die Reaktionen ihrer Umwelt beobachtet. Sie muss über Zielvorstellungen verfügen und über die Fähigkeit und Bereitschaft, ihr Verhalten differenziert zu erfassen und zu bewerten. Handlungen bekommen eine „selbst-referentielle“ Funktion (a. a. O., S. 13), indem sie Möglichkeiten der kategorialen Selbstwahrnehmung der Person schaffen – Brandtstädter nennt als Beispiele solcher Kategorien Alters- und Geschlechtszugehörigkeit, Leistungszuschreibungen (tüchtig, fleißig), moralische Attribute (gerecht, fair). So entsteht über das Handeln ein dynamisch sich veränderndes Geflecht zwischen Person und Kultur. Brandtstädter fasst es in folgender Abbildung zusammen:

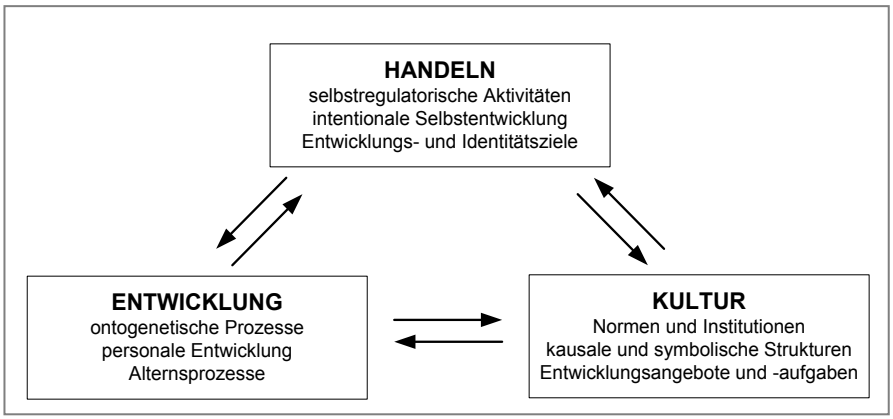


Abbildung 12: Vermittlungs- und Wechselbeziehungen zwischen Handeln, Entwicklung und Kultur (nach: Brandtstädter 2001, S. 28)

Die kulturellen Normen stellen Entwicklungsaufgaben für die Person dar und legen Verhaltensweisen, aber auch Maßstäbe fest, anhand derer der Grad der Konformität abgelesen werden kann. Das Handeln ist der Modus, in dem diese Auseinandersetzung stattfindet. Ab etwa dem neunten bis zehnten Lebensjahr reagiert das Kind dann nicht mehr nur auf soziokulturelle Anforderungen, sondern beginnt, diesen Prozess gezielt voranzutreiben. Es ist nun in der Lage, selbstdeskriptive Attribute strukturell zu erfassen und strategisch zu nutzen, z. B. um ein Bild von sich anderen gegenüber gezielt zu erzeugen („symbolische Selbstrepräsentation"; a. a. O., S. 66). Dazu setzt es bevorzugt Gegenstände mit einer entsprechenden Symbolkraft ein; genauer betrachtet zeigt es über die Handlungen mit diesen Gegenständen, dass es sie zu nutzen vermag, dass es in seiner personalen Entwicklung so weit vorangeschritten ist, dass es das Entwicklungsangebot aufgenommen und umgesetzt hat. Da dieser Prozess im Zusammenspiel zwischen kulturellen Normen und einer zur Offenheit und Eigenständigkeit veranlagten Person stattfindet, wirkt er zugleich systemerhaltend und systemerneuernd. Wenn diese Entwicklungsaufgaben von einer Person als Auftrag verstanden und in Angriff genommen werden, spricht Brandtstädter von einem Prozess *intentionaler Selbstentwicklung*.

2.5.3 Entwicklungsfördernde Bedingungen

Der Gedanke eines absichtsvollen Programms zur Entwicklung des Selbst setzt eine Reihe von Fähigkeiten voraus, welche die Person aufbauen muss. Dazu gehören die motivationalen und volitionalen Fähigkeiten, die Verwirklichung einer Intention zu starten, die Motivation aufrechtzuerhalten, im Abgleich mit den gesetzten Zielen Regulierungen vorzunehmen und die Handlung gezielt zu beenden. Dazu muss die Person lernen, ihre Handlung gegen hemmende Einflüsse weiterzuverfolgen, etwa gegen Ablenkungen, gegen negative Reaktionen der Umwelt oder gegen die „Widerspenstigkeit" der Sache.

Mehrere Faktoren können diese Fähigkeiten fördern. Besonders das *zweckverwirklichende, instrumentelle Handeln in Gemeinschaft* ist hierbei bedeutsam. Es bietet Situationen, in denen die Sach- und Regelstrukturen einer gemeinsamen Aufgabe (vgl. a. a. O., S. 25) mit anderen ausgehandelt und erarbeitet werden müssen. In der Auseinandersetzung um die Bewertung der Handlungsergebnisse werden Kategorien gebildet, die für die Bewertung der eigenen Leistung genutzt werden können. Dabei wirken „konkrete, beobachtungsnahe Attribute" direkter, sie sind leichter zugänglich als „psychologische Dispositionen" eines Gegenübers, die aus dem Verlauf sozialer Handlungen herausgelesen werden müssen (a. a. O., S. 64).

Eine wichtige Voraussetzung für die intentionale Selbstkontrolle ist, dass die Person ein Kontrollbewusstsein in Bezug auf die gesetzten Ziele hat. Dieses wird bevorzugt in Situationen erworben, in denen Dinge eingesetzt werden. An den Effekten, die an ihnen bewirkt werden, kann der Grad der Kontrolle abgelesen werden – Brandtstädter hebt ausdrücklich die Bedeutung der „Integration von Objekten und Werkzeugen in Handlungsabläufe“ (a. a. O., S. 69) als Quelle von Funktionserfahrungen hervor.[26]

2.5.4 Genese der Fähigkeit zur intentionalen Selbstentwicklung

Brandtstädter gibt einen Überblick über die Entwicklung der Fähigkeit, Intentionen zu bilden, Ziele zu setzen, zielgerichtet zu agieren und die Handlungseffekte zu bewerten. Ab einem Alter von etwa 2 Jahren lässt sich nachweisen, dass Kinder ihr Handeln auf Zweck-Mittel-Angemessenheit reflektieren. Ab etwa 8 Jahren können sie bei der Bewertung der Ergebnisse ihrer Handlungen zwischen Anstrengung, Fähigkeiten und Zufällen unterscheiden. Am Ende der Grundschulzeit entwickelt sich ihr Selbstkonzept „von global-diffusen hin zu differenzierten, abstrakten und transsituativ generalisierten Repräsentationen fort.“ (A. a. O., S. 75) Sie lernen, Wertungen auf einzelne Bereiche zu beziehen und nicht mehr auf ihre ganze Person. Das stellt einen großen Gewinn für die Stabilität des Selbstbildes dar, da Misserfolge nicht zu existenzbedrohenden Abwertungen führen („holistischer Fehlschluss“) und da gegensätzliche Eigenschaften in das Selbstkonzept integriert werden können.

Diese wichtige Phase der Selbstentwicklung liegt also zentral im Schulalter von Kindern und Jugendlichen, woraus eine Verantwortung, sie darin gezielt zu unterstützen, abgeleitet werden kann. Die Beeinflussung des konzeptionellen Selbst durch objektintegrierendes Handeln belegt Brandtstädter mit empirischen Untersuchungen, die zeigen, dass Kinder, die ein differenziertes, insgesamt positiv geprägtes Fähigkeitsselbstkonzept haben, ausdauernder an Barrieren arbeiten und dass sie gezielt Aufgaben wählen, die für sie zwar erreichbar sind, die sie aber deutlich herausfordern. Und er stellt dar, inwiefern ein realistisches Selbstkonzept die zukünftige Bereitschaft fördert, kulturell zugeschriebene Entwicklungsaufgaben anzunehmen und umzusetzen – im Jugendalter besonders deutlich, aber nachweisbar bis in das hohe Alter hinein.

[26] Hier zeigen sich deutliche Parallelen zu Ropohl, der als wichtiges Merkmal technischen Handelns das Integrieren eines Sachsystems in die Absicht des Handlungssubjektes bestimmt (vgl. Kapitel 3.4).

2.6 Handlungen als Formen interkultureller Kommunikation

Als zweiter Bereich, der auf ein Handlungssystem einwirkt, wurde das soziale System benannt. Handlungen sind in aller Regel in ein kulturelles Netz eingebunden, Handlungen, in die Artefakte integriert werden, sind es immer – allein über die Gegenstände schon. In Anlehnung an Ropohls Systemdenken werden nun die *kulturellen Inputs* näher betrachtet.

2.6.1 Kultur als Verhaltensmuster

Eine Diskussion, was unter Kultur verstanden wird, würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Unter den zahlreichen Ansätzen für eine Bestimmung ermöglicht der von Kroeber und Kluckhohn vielleicht am besten, das Verhältnis von Person und kultureller Umwelt zu erfassen. Für sie besteht Kultur „aus expliziten und impliziten Mustern von und für Verhalten. Erworben und weitergegeben wird sie durch Symbole (einschließlich ihrer Verkörperung in Artefakten), welche eine besondere menschliche Leistung darstellen. Der Kern der Kultur besteht aus traditionellen (historisch überlieferten und ausgewählten) Ideen und damit verbundenen Werten.“ (Kroeber et al. 1952, S. 357, zitiert nach Beer 2006, S. 66). Nicht einfach ein Bestand von Artefakten und Werten wird hier als Kultur bezeichnet, es wird vielmehr als eine notwendige Bedingung gesehen, dass sich Kultur im *Verhalten* von Menschen zeigt und mit diesem immer neu bestätigt und weiterentwickelt wird. Und es wird betont, dass sich in kulturellen Mustern Wertmaßstäbe niederschlagen. Im Alltagshandeln können solche Muster als Symbole gelesen werden. Das schließt ein, dass sie im umgekehrten Fall gezielt eingesetzt werden können, um Zugehörigkeit zu einer Kultur zu demonstrieren. In solchen Fällen wird gehandelt (Veräußerung einer Absicht) und aus der Rückmeldung der Umwelt geschlossen, inwiefern das Verhalten normenkonform war oder nicht. Damit wirkt Handeln in sozialen Systemen auf zwei unterschiedlichen, existenziell bedeutsamen Ebenen (vgl. Abbildung 13):

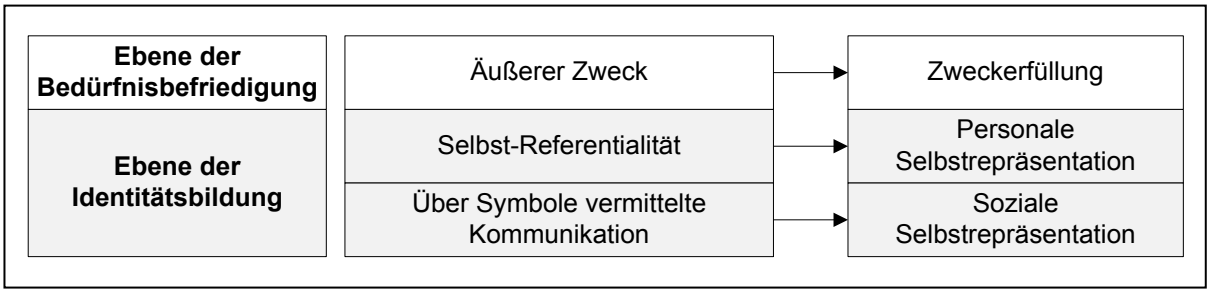


Abbildung 13: Bedeutungsebenen einer Handlung

Zunächst dient es der Realisierung einer Absicht.

Zweitens dient es der Entwicklung der Identität: Die Person erfährt sich im Handeln, sie erkennt ihre Wirksamkeit an dessen Ergebnissen.

Und drittens „verhandelt" sie ihre Selbst-Repräsentation mithilfe von Symbolen mit der Umwelt. Sie richtet mit ihrem Handeln Signale an die Außenwelt, beobachtet, ob sie wahrgenommen werden und differenziert mit deren Rückmeldungen ihr Bild von sich selbst. Das *Ergebnis* der Handlung spiegelt beide Ebenen wieder. Zunächst ist nach außen hin die Bedürfnisbefriedigung erkennbar. Gleichzeitig können an den sichtbaren Ergebnissen aber auch personale und soziale Anteile der Identität erkannt werden.

In Abbildung 14 sind die Beziehungen zwischen der handelnden Person, dem Handlungsergebnis und der Umwelt dargestellt:

Die erste Betrachtungsebene zeigt den von der Absicht auf die Zweckerfüllung gerichteten Blick. Auf der zweiten Ebene wird die Rückmeldung betrachtet, die der Handelnde über die von ihm erzeugten Effekte erhält. Er erfährt den Grad seiner Wirksamkeit im Handlungskontext, kann auf spezifische Fähigkeiten schließen und differenziert damit sein Selbstbild.

Drittens nimmt er die Reaktionen der Umwelt wahr und zieht daraus Rückschlüsse über seine Verortung im kulturellen Umfeld. Der materiale Zweck steht hier nicht mehr im Fokus, die Handlung und ihr Ergebnis werden in ihrer symbolischen Wirkung wahrgenommen.

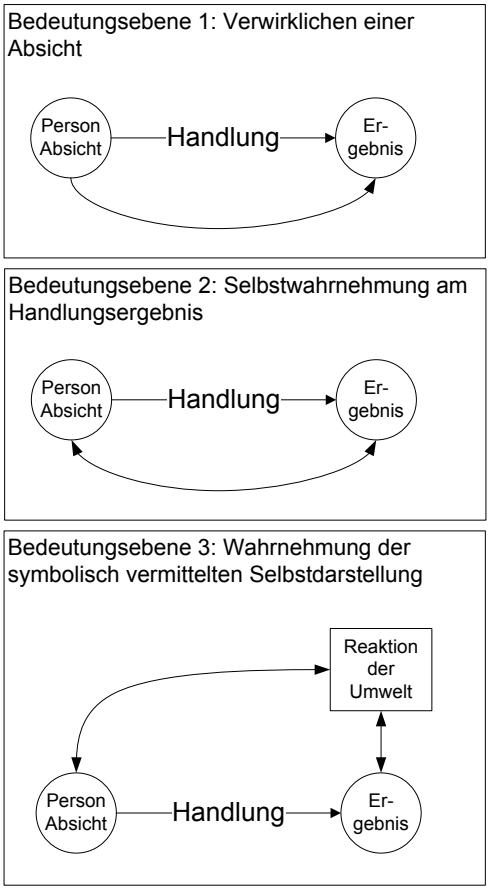


Abbildung 14: Die Beziehungen zwischen Handlungssubjekt, Handlungsobjekt und Umwelt

Hier zeigt sich eine deutliche Parallele zu Simmels Kulturphilosophie. Simmel betont, dass Kultiviertheit noch nicht mit der Selbstverwirklichung einer Person entsteht. Dazu bedarf es, „dass der Mensch in eine solche Entwicklung *etwas, das ihm äußerlich ist,* einbezieht. Gewiss ist Kultiviertheit ein Zustand der Seele, allein ein solcher, der auf dem Wege über die Ausnutzung zweckmäßig geformter *Objekte* erreicht wird." (Simmel et al. 1997, S. 368) Die Bedeutung des Handelns, in das Gegenstände integriert werden, liegt „in der Wechselwirkung, die es zwi-

schen dem Subjekt und dem Objekt stiftet. Indem schon die bloße Tatsache unserer Existenz uns in diese Wechselwirkung verwebt, hebt das zweckbestimmte Handeln sie in die Innerlichkeit des Geistes. Durch eben dies stellt sich unser Verhältnis zur Welt gleichsam als eine Kurve dar, die vom Subjekt aus auf das Objekt geht, es in sich einbezieht und wieder zum Subjekt zurückkehrt.“ (Simmel et al. 1989, S. 256) Der Grundgedanke, der in Simmels „Kurve“ enthalten ist, wird im Existentialismus als „Exzentrizität“ des Menschen angesprochen. Indem er sich in seinen Artefakten entäußert, schafft er eine materiale Grundlage, um sich mit sich selbst auseinandersetzen zu können. Die Mittelbarkeit und Zweckgebundenheit des Handelns wird hier nicht als Malus verstanden, wie in der Philosophie der klassischen Antike, sondern nachgerade als Voraussetzung für die Kultivierung des Menschen. Wer die Geistigkeit seiner Artefakte nicht erkennt, wird demnach die Kultur des Menschen nicht fassen können. Simmel formuliert: „[...] unser Handeln ist die Brücke, über welche der Zweckinhalt aus seiner psychischen Form in die Wirklichkeitsform übergeht. Der Zweck ist seinem Wesen nach an die Tatsache des Mittels gebunden. [...] Und hier tritt der äußerst wichtige Begriff des *Werkzeugs* in unsere Erwägung des Zweckhandelns ein. Die primäre Form jener teleologischen Kurve ist doch die, dass unser Tun ein äußeres Objekt zu Reaktionen veranlasst, die, gemäß der eigenen Natur desselben verlaufend, an den Punkt der erwünschten Einwirkung auf uns gelangen. Das Werkzeug bedeutet nun die Einschiebung einer Instanz zwischen dem Subjekt und diesem Objekt, die nicht nur zeitlich-räumlich, sondern auch inhaltlich eine Mittelstellung zwischen ihnen einnimmt. Denn es ist einerseits zwar ein äußeres Objekt von bloß mechanischer Wirksamkeit, andrerseits aber auch eins, *auf* das nicht nur, sondern *mit* dem – wie mit der Hand – gewirkt wird. Das Werkzeug ist das potenzierte Mittel, denn seine Form und sein Dasein ist schon durch den Zweck bestimmt, während bei dem primären teleologischen Prozess die natürlichen Existenzen erst nachträglich in den Dienst des Zweckes gestellt werden.“ (A. a. O., S. 257 ff.) Simmel erkennt im Werkzeug die Verkörperung der Mittelbarkeit nicht nur des Handelns, sondern der menschlichen Kultur überhaupt, die u. a. auf die Vermittlung ihrer Werte durch Artefakte angewiesen ist.

2.6.2 Identität als Schnittstelle zwischen Selbst- und Außenwahrnehmung

Fuhrer baut auf diesem Gedanken auf. Dinge übernehmen in seinem Handlungsmodell die Rolle als „symbolische Mediatoren des Selbst“ (Fuhrer 1999, S. 94). Sie bilden Objektivationen der Handlungen des Menschen, in denen sich seine Identität ausbildet. Er übernimmt von Simmel die Unterscheidung zweier Modi der intentionalen Selbstentwicklung (bei Simmel: der Kultivation). Im *Modus der Produktion* veräußert die Person ihre Fähigkeiten durch

die Gestaltung ihrer Umwelt. Wo sie sich ihrer Wirksamkeit bewusst wird, spricht Fuhrer von „Re-Subjektivierung“ (a. a. O., S. 104), einem Vorgang, der zum Aufbau eines Fähigkeitsselbstkonzeptes führt (s. u.). Im *Modus des Sich-Ausdrücken-Könnens* ergänzt die Person dieses Bild von sich selbst über die Rückmeldungen ihrer Mitmenschen. Das Handeln erhält eine Bedeutungsebene, die über die persönliche hinausgeht – Fuhrer bezeichnet das als *Kokonstruktion*. „Über den Prozess der sozialen Kokonstruktion von Bedeutung kann das Individuum sich selbst als jemand Verändertes oder als anderer erfahren.“ (A. a. O., S. 105) Damit lässt sich die Bedeutsamkeit von Statussymbolen erklären, die von außen als erstrebenswert gekennzeichnet werden und die eine Person trotzdem als Merkmal ihrer Unverwechselbarkeit verstehen kann. Von Kokonstruktion kann gesprochen werden, wenn Selbstbild und Außenbild weitgehend zur Deckung kommen, wenn also eine relativ stabile Identitätsstruktur vorliegt. „Diese bildet sich somit weder ‚innerhalb‘ noch ‚außerhalb‘ der Person, sondern entwickelt sich mittels symbolischer Bedeutungen, in denen sich Person und Kultur mit ihren Dingen und Orten wechselseitig hervorbringen.“ (Fuhrer und Josephs 1999, S. 12) Fuhrers Modell ist in Abbildung 15, um einen Aspekt von Laser et al. und von Habermas ergänzt, dargestellt.

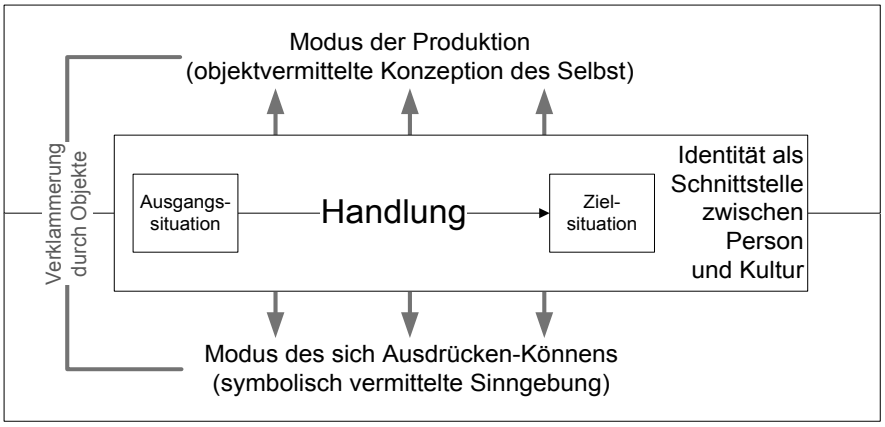


Abbildung 15: Zwei Modi der intentionalen Selbstentwicklung

Mit einer Handlung, in die Objekte integriert werden, erreicht die Person nicht nur den beabsichtigten Zweck, sondern „produziert“ ein konzeptuelles Selbst. Sowohl das Handlungsergebnis als auch die Verhaltensweise und die eingesetzten Mittel werden durch andere wahrgenommen und bewertet. In diesem Sinn sind die Handlung und die dabei eingesetzten Dinge als Symbole zu lesen. Wer Erinnerungsfotos im Geldbeutel mit sich trägt und vorzeigt, ordnet sich einer anderen „Kultur“ zu als derjenige, der sie in seinem Smartphone aufruft. Im Abgleich der Innensicht mit der rückgemeldeten Außensicht wird ein Selbstbild aufgebaut, die Erfahrungsmöglichkeiten der Handlung wirken sich an dieser Schnittstelle identitätsbil-

dend aus. Laser et al. vermuten die Bedeutung von Dingen in diesem Prozess in ihrer Materialität: „Das bedeutet [...], dass Dinge in ihrer Permanenz als eine Art ‚Stabilisatoren' fungieren, indem sie Erfahrungen aus verschiedenen Situationen symbolisch verklammern." (Laser et al. 1999, S. 137)

2.6.3 „Persönliche Objekte"

Die identitätsstabilisierende Funktion von Gegenständen lässt sich in alltäglichen Situationen beobachten, etwa wenn Menschen sich über ihre Kleidung oder über ihr Handy definieren, wenn sie ihrem Auto liebevoll einen Namen geben, wenn sie mit ihrem Teddybär reden. Halton beschreibt in ihrem Beitrag „Ich packe mein Wohnzimmer aus" (Halton 1999) anschaulich, wie sie nach einem Umzug ihre neue Wohnung nicht nur mit ihren Möbeln und Wohnaccessoires neu einrichtet, sondern mit diesen Dingen auch wesentliche Elemente ihrer biografischen Identität in das neue Leben mitnimmt. Laser et al. stellen eine Studie zur „Bedeutung der sozialen und räumlich-materiellen Umwelt für die Identitätsentwicklung in der Adoleszenz" vor (Laser et al. 1999, S. 140). 75 Jugendliche zwischen 14 und 18 Jahren erhielten die Aufgabe, Fotos von Personen, Dingen und Orten zu machen, die sie ihrer Meinung nach repräsentieren. Zusätzlich wurden sie befragt, weshalb sie das jeweilige Motiv ausgewählt hatten und was es ihnen bedeuten würde, wenn sie sich von dem Abgebildeten trennen müssten. Die Jugendlichen fotografierten Musikinstrumente, Kuscheltiere, Telefone, Kleider, Computer und vieles mehr. Als Gründe für die Auswahl gaben sie u. a. mit den Dingen verbundene Freiheitsgefühle an und Erinnerungen an andere Personen. Die Bedeutung, die die Jugendlichen mit den Dingen verbanden, wurde nach fünf Kategorien ausgewertet:

	Jungen		Mädchen	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Soziale Regulation	25	24,3	22	25,6
Interne Konsistenz	40	38,8	42	48,8
Autonomie	28	27,2	16	18,6
Selbstreflexion	2	1,9	10	11,6
Emotionale Regulation	38	36,9	33	38,4

Tabelle 2: Prozentuale Häufigkeiten der identitätsrelevanten Bedeutung von Objekten bei Jungen und Mädchen (Ausschnitt nach Laser et al. 1999, S. 145)

Auffallend ist zum einen, dass zwei Kategorien hohe Bedeutungswerte erhalten: Unter „interne Konsistenz" ordnen die Autoren überwiegend zeitliche Beziehungen zu (Erinnerungsstücke, Symbol für einen Zustand in der Zukunft). Dinge, mit denen die Probanden Emotionen verbinden (Spaß, Anregung, entlastende Funktion), sind unter „emotionale Regulation" zusammengefasst. Zweitens lassen sich Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen erken-

nen. Die befragten Mädchen nutzen Objekte deutlich häufiger für die reflektierende Auseinandersetzung mit sich selbst und weisen ihnen öfter einen Erinnerungswert zu. Die Jungen schreiben den ausgewählten Objekten deutlich häufiger die Funktion zu, sie in ihrer Unabhängigkeit zu unterstützen und ihre Handlungskompetenz zu erweitern („Autonomie“).

Auch im Altersvergleich zwischen den 14- und 18-Jährigen zeigen sich Unterschiede, die hier jedoch nicht ausgeführt werden. Für die weitere Diskussion kann festgehalten werden, dass die Ergebnisse der Studie von Laser et al. zeigen, dass Dinge mit Bedeutung belegt werden, sodass sie in Interaktionen als Bedeutungsträger eingesetzt werden können. Diese Funktion von Gegenständen wird in der Literatur unterschiedlich benannt: als „semantischer Raum“ (Osgood), als „Konnotationsnetz“ (Fuhrer), als „Überbrückungsobjekte“ (Boesch) oder als „ökologisches Zeichensystem“ (Rochberg-Halton) (vgl. Fuhrer 1999, S. 95–107). Allen Bezeichnungen ist zu eigen, dass sie eine Sinnverflechtung zwischen Person und sozialem System über Objekte herstellen.

T. Habermas ordnet solchen „persönlichen Objekten“ neun „Funktionsgruppen“ zu (Habermas 1999, S. 112–114):

1. Stimmung und Befindlichkeit: Das Objekt regt zur Beschäftigung an, es weckt Gefühle der Vertrautheit und der Entspannung.
2. Selbstkommunikation: Es kann als imaginärer Gesprächspartner dienen, der geduldig zuhört und nichts Falsches sagt.
3. Konstitution eines Eigenbereiches: Das Objekt sichert einen Bereich großer Verfügungsfreiheit. Das eigene Zimmer erlaubt mit dem Schließen der Tür auch das Ausschließen der Welt, Fahrrad und Auto erweitern den Aktionsradius.
4. Ästhetisch-rezeptive Funktion: Das Objekt wird ästhetisch wahrgenommen, mit seiner Form, der Oberfläche oder seiner taktilen Wirkung. Hier sei an Hintergrundgestaltungen von Bildschirmen erinnert, an die Auswahl von Deodorants oder Parfüms, aber auch an die Gestaltung eines Balkons oder Gartens.
5. Erinnerung: Es erinnert an vergangene Zeiten, an bestimmte Personen oder Orte.
6. Erhöhung der Handlungspotenz: Das Objekt ist Instrument der Beschäftigung mit einem Tätigkeitsbereich, den die Person frei wählen und in der sie Stärken entwickeln kann. Diese Stärken können für sich stehen, aber auch im Abgleich mit anderen Unterschiede verdeutlichen.
7. Selbstdarstellung: Über das Objekt kann individuelle Unverwechselbarkeit genauso wie Gruppenzugehörigkeit ausgedrückt werden.

8. Mediale Funktion: Es bietet einen Anlass, um mit Anderen über gemeinsame Interessen zu sprechen, und immer stärker kommt Kommunikationsobjekten die Funktion zu, dass sie bestimmte Formen der Kommunikation überhaupt ermöglichen. Wer nicht in sozialen Netzwerken vertreten ist, oder nicht in den richtigen, kann in viele Kommunikationen nicht mehr vordringen.
9. Instrumentalität für andere Zwecke: Diesen Punkt führt Habermas nicht weiter aus. Hier können alle der Person bedeutsamen Zwecke zugeordnet werden, die nicht über sich selbst hinaus auf anderes verweisen.

Die Reihenfolge der Funktionsbereiche wurde hier so gewählt, dass an erster Stelle die stehen, die sich überwiegend auf die Person selbst beziehen. Ab Position 6 wird die Außenwirkung des persönlichen Objektes immer bedeutsamer. Nur der von Habermas vernachlässigte neunte Funktionsbereich lässt sich nicht zuordnen, da er zu wenig spezifiziert ist.

Habermas untersuchte bei Studienanfängern (n=338), welche Objekte für sie eine besondere Bedeutung haben. In der Reihenfolge der Häufigkeit wurden genannt: Fahrzeuge, Fotos, Bücher, Tiere, Schmuck, Musikinstrumente, audiovisuelle Geräte, Stofftiere, das eigene Zimmer. Kleider, Musik, und v. a. das Telefon bzw. Handy tauchen am Ende der Liste auf. Habermas stellt fest, dass sich die Bewertung der Dinge mit den Aufgaben des Lebensabschnittes verschieben. Besonders in Übergangsphasen dienen sie offensichtlich dazu, Kontinuität so lange zu gewährleisten, bis wieder ein einigermaßen stabiles Selbstbild entwickelt werden kann (a. a. O., S. 130 ff.). Gleichzeitig werden neue persönliche Objekte erarbeitet, die der Darstellung des veränderten Status entsprechen.

2.6.4 Zusammenfassung

Es wurden verschiedene Aspekte einer Handlung beleuchtet. Merkmale einer Handlung wurden herausgearbeitet, der prozedurale Charakter beschrieben, Entscheidungszusammenhänge in unterschiedlich weitreichenden Auswirkungen betrachtet. Außerdem wurden mit der persönlichkeitsprägenden und der symbolisch-kommunikativen Wirkung von Handlungen mit Gegenständen zwei Bereiche aufgezeigt, die „unter“ der Oberfläche des Verfolgens von Zwecken bestehen und die in zahlreichen Handlungskontexten so bedeutsam zu sein scheinen, dass die vordergründig beobachtbare Handlung und die in ihrem Verlauf getroffenen Entscheidungen ohne diese beiden Bereiche nur unzureichend verstanden werden können. Diese Gesichtspunkte sollen nun in einem allgemeinen Handlungsmodell zusammengeführt werden, das noch nicht auf technisches Handeln fokussiert ist.

2.7 Ein allgemeines Handlungsmodell

Eine Handlung wurde oben mit ihren konstitutiven Elementen und als Ablauf aus Teilschritten und Entscheidungsstrukturen beschrieben. Beide Perspektiven sollen in gesonderten modellhaften Darstellungen erarbeitet werden.

2.7.1 Konstituenten einer Handlung

Folgende Aspekte sind für die Analyse realer Handlungssituationen von besonderer Bedeutung und sollen in die Modellbildung einfließen:

- Ausgangslage einer Handlung ist eine Bedarfssituation. Von Situation wird gesprochen, weil i. d. R. ein Handlungsanlass verschiedene Bedarfe beinhaltet[27]. Im Verlauf der Handlung können neue Bedarfe entstehen, andere, die zu Beginn vorhanden waren, aber auch fallengelassen werden.
- Die Konkretisierung des Ausgangswunsches oder –bedarfs zu einer Intention ist Voraussetzung für das Setzen eines konkreten Ziels und seine Differenzierung in Teilziele.
- Im Abgleich mit den Zielen, den Bedingungen der Handlungsumgebung und den Wünschen und Möglichkeiten des Handelnden werden Kriterien gebildet, anhand derer Alternativen bewertet und Entscheidungen getroffen werden können. Sie liegen vermutlich als Repräsentationen in Form von „Bildern“ vor.
- Der Planungsprozess findet auf unterschiedlichen Konkretisierungsebenen statt. Präaktionale Planungen führen zu einer abstrakten Struktur der Handlung, nicht zu einer konkreten Ausführungsanleitung. Nur unter der Voraussetzung situationsbezogener Vorerfahrungen kann erwartet werden, dass sie tatsächliche Antizipationen des Handlungsverlaufs darstellen. Die handlungsbegleitende Planung verläuft parallel zur (material-physischen) Verwirklichung der Handlung. Auch in ihr werden Teilschritte antizipiert, die Antizipationen beziehen sich allerdings auf den Nahraum begrenzbarer Handlungsabschnitte.
- Während der Handlung wird der Ist-Zustand wahrgenommen und mit Repräsentationen des Soll-Zustands (Kriterien, Bild) abgeglichen. Wenn ein Teilschritt oder die Gesamthandlung nicht erfolgreich absolviert wird, wird der entsprechende Abschnitt unter Umständen wiederholt oder variiert. Eine Handlung ist rekursiv und verzwei-

[27] Schmitz definiert Situationen als „chaotisch-mannigfaltige[...] Ganzheiten, zu denen mindestens Sachverhalte gehören“ (Schmitz 1980b, S. 29), und Sachverhalte als „[...] Phänomene immer nur für jemand zu einer Zeit“ (a. a. O., S. 46).

gend, selten unidirektional, und kann daher mit dem Bild eines mehrfach verschachtelten Regelkreises erfasst werden.

- Entscheidungen müssen in vielen Momenten getroffen werden. Manche werden bewusst gefällt, andere intuitiv, ohne nach außen erkennbares Abwägen, ohne auch verbalisierbar zu sein[28]. In einer Entscheidungssituation überlagern sich i. d. R. verschiedene Kriterien und Wertmaßstäbe. Sie speisen sich aus einem Wertesystem, das zu analytischen Zwecken in ethische, zweckrationale, symbolische und weitere Teilsysteme differenziert werden kann. Es besteht jedoch in Wirklichkeit in einer untrennbaren Gesamtstruktur, die sich im Verlauf der Biografie des Handelnden unter Einfluss des kulturellen Umfeldes entwickelt. Der Aufbau des Wertesystems ist damit Teil des Enkulturationsprozesses.
- Da eine Handlung in einem Umfeld stattfindet, sind immer Einflüsse von außen wirksam. Insofern muss ein Handlungssystem mit durchlässigen Systemgrenzen gedacht werden.

2.7.2 Handlungsverlauf und Entscheidungen

Die Struktur eines Handlungsverlaufs lässt sich folgendermaßen darstellen:

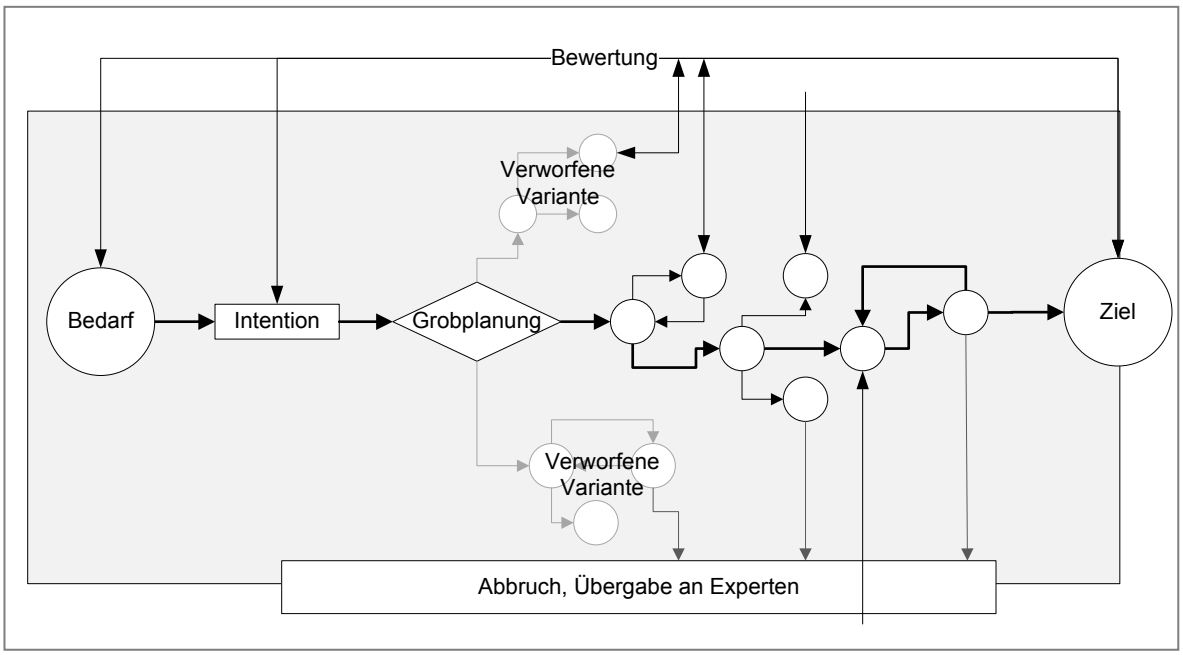


Abbildung 16: Modell eines Handlungsprozesses

[28] Intuitionen folgen keineswegs Zufällen, sondern beruhen auf Erfahrungen und Einfällen. Mit ihnen werden Sinn, Bedeutung oder Struktur eines Problems erfasst, sie produzieren Vermutungen und Ideenkombinationen, die Ansatzpunkte für Problemlöseschritte bieten (vgl. Köhnlein 1991, S. 11f.).

Auf den auslösenden Bedarf hin wird eine Intention gebildet, die leitend für den weiteren Fortgang ist. Sie zeigt die Richtung des Handlungsfortschritts an und ist Grundlage für das Entwickeln konkreter Ziele. In einer ersten Planungsphase wird ein Modell der Handlung auf theoretischer Ebene entworfen, das eine Basis für die Ausführung bildet, aber nur im Zusammenspiel mit bereits vorhandenen Erfahrungen handlungsleitend sein kann. Die Grobplanung enthält nur Eckpunkte, in aller Regel sind das die Zielrichtung, ein Ansatzpunkt und Repräsentationen weniger Zwischenstationen.

Der grau unterlegte Bereich stellt den Suchraum dar, also das Feld, innerhalb dessen nach Lösungen gesucht wird. Prinzipiell gehört die Ausgangssituation zum Suchraum dazu, das Ziel dagegen führt darüber hinaus. Die Kreiselemente symbolisieren Zwischenzustände, die vom Handelnden als relevante Situationen erkannt werden oder die eine Entscheidung erzwingen. Sie markieren Zonen erhöhter Aufmerksamkeit und verdichteter Bewertungs- und Entscheidungsnotwendigkeit: Um auf die gegebenen Umständen zielgerichtet reagieren zu können, müssen die Erfahrungen aus dem bisherigen Handlungsverlauf, das Bild des Zielzustands, zuvor festgelegte Kriterien, die Erfolgserwartung (eingeschlossen der Fähigkeitserwartung, also der Zuversicht, dass sich das Handlungssubjekt die Bewältigung zutraut) und situativ „sich aufdrängende“ Werte miteinander verhandelt werden. Entscheidungsvarianten können das Weitermachen (progressiv), das Innehalten (sistierend), das Beschreiten anderer Wege (alternativ), das Zurückgehen auf einen bereits durchlaufenen Schritt (rekursiv), das mehr oder weniger gezielte Testen oder Experimentieren und das Abbrechen oder Delegieren an einen Experten sein.

Entscheidungen können selbst in überwiegend rational ausgerichteten Zusammenhängen nur bedingt rational begründet werden. Ursachen dafür liegen in Informationsdefiziten, in nachlassender Motivation oder in störenden Einflüssen von außen. Dort, wo der Handelnde keine Lösung erkennt oder erschließen kann, kann er die Handlung abbrechen oder zu anderen Strategien wechseln, etwa zu Heuristiken. Gigerenzer und Gaissmaier definieren: „Eine Heuristik ist eine Regel, die den Prozess – nicht nur das Ergebnis – einer Problemlösung beschreibt. Sie ist einfach, weil sie auf evolvierte und erlernte Fähigkeiten zugreifen kann, und sie ist intelligent, weil sie Umweltstrukturen nutzen kann.“ (Gigerenzer und Gaissmaier 2005, S. 3 f.) Begriffe wie Umweltstruktur und „ökologische Rationalität“ (ebd.) beschreiben die Art und Weise, wie Heuristiken eingesetzt werden. Sie greifen nicht primär auf logische Schlüsse zurück, sondern reagieren auf Ausformungen und Einflüsse der Handlungsumgebung. Diese werden wahrgenommen und die Vorgehensweise so angepasst, dass sich der Ist-

Zustand dem Soll-Zustand annähert – die Nähe zum Modell der TOTE-Einheit ist offensichtlich. Gängige Heuristiken sind die Up-Hill-Strategie (Annäherung in Richtung Zielzustand) oder die Take-the-Best-Strategie (aus Alternativen wird die ausgewählt, die am besten oder am wenigsten schlecht geeignet erscheint, um das Ziel zu erreichen). Allein die Komplexität alltäglicher Handlungssituationen macht es unwahrscheinlich, dass zwischen logisch-rationalen und ökologisch-rationalen Entscheidungslagen präzise unterschieden werden kann. Die häufigste Variante dürfte die vielschichtige sein, in der sich mehrere Bewertungsgrundlagen wie in einem Cluster überlagern. Die Einflüsse von außen und die internen Entscheidungsprozesse wirken sich vergleichbar aus, nämlich im Verwerfen bestimmter Varianten und im Verfolgen anderer.

Am Ende können sich selbst Fehlwege (in der Abbildung die verworfenen Varianten) als erfolgswirksam erweisen, da sie eben diese Wege ausschließen und da beim Durchlaufen bedeutsame Informationen beschafft werden, sodass das theoretische Konstrukt, das zu Beginn der Handlung aufgestellt wurde, mit der Erfahrung der Wirklichkeit präzisiert werden kann[29]. Manche Handlungswege werden sich als grundlegend unwirksam erweisen, sie können für zukünftige, vergleichbare Problemlagen als nicht mehr zum Suchraum gehörend abgespeichert werden.

Bewertungen erfolgen an jeder Entscheidungsposition (Kreise), können aber auch aus einer distanzierten Perspektive heraus geschehen. In verfahrenen Situationen kann im Heraustreten aus dem bisherigen Suchraum eine der wenigen verbleibenden Lösungsstrategien bestehen. Dies wird im Schema durch die außerhalb des Suchraums liegende Bewertung dargestellt. Besonders eine abschließende Gesamtbewertung gehört dieser Kategorie an.

Die kräftiger gezeichnete Linie steht für einen letztlich erfolgreichen Weg. Er lässt sich erst am Ende, retrospektiv, ermitteln – lineare Handlungsmodelle stellen nur ihn dar.

Mit dieser Prozessstruktur einer Handlung ist allerdings die Verbindung zwischen Motivationen und verwendeten Mitteln nicht erfasst. Diese soll in einer zweiten Perspektive dargestellt werden.

[29] Ropohl spricht davon, dass in der „empirischen Interpretation [...] untersucht [wird], welche konkrete Ausformung das theoretische Konstrukt im jeweiligen Bereich der Erfahrungswirklichkeit annimmt“ (Ropohl 2009, S. 327).

2.7.3 Die Zweck-Motiv-Mittelstruktur einer Handlung

Bislang sind die Begriffe Zweck, Motiv und Motivation nicht genauer bestimmt worden. Besonders ihr Zusammenspiel ist aber wichtig für das Verständnis einer Handlung. Sie können wie folgt unterschieden werden:

- Ein Motiv ist eine „Disposition, nach einem bestimmten wertgeladenen Zielzustand zu streben“ (Funke 2003). Es stellt eine grundlegende, die einzelne Situationen überdauernde Handlungsbereitschaft dar. Bei Motiven handelt es sich um Antriebe, die potentiell in jeder Handlung eines Menschen wirksam werden können, etwa das Leistungsmotiv oder das Machtmotiv (vgl. Holodynski und Oerter 2002, S. 551 ff.). Personen weisen individuelle Ausprägungen auf, welche Motive bei ihnen bevorzugt wirksam werden.
- Motivationen sind dagegen Handlungsantriebe, die sich auf die besondere Konstellation einer konkreten Situation beziehen.
- Unter einem Zweck wird hier der Beweggrund einer Handlung verstanden. Er wird durch das Erreichen des Zustands, der angestrebt wird, in einen Sachverhalt überführt. Zweck und Motivation sind mit dem Erreichen des Ziels abgeschlossen, sie hören auf, als solche zu bestehen.

In der Annahme, technisches Handeln sei zweckrationales Tun, steckt eine Unstimmigkeit. Die Vorstellung von unbewussten Motiven, die einzelne Handlungssituationen überdauern, widerspricht der Annahme *rein* zweckrationaler Entscheidungen. Diese würde voraussetzen, dass verschiedene Möglichkeiten in einer Situation gegeneinander abgewogen werden und dann nach rationalen Überlegungen die zweckmäßigste Variante ausgewählt würde. Unabhängig davon, dass in einer Situation mehrere Wege rational einleuchten können, überlagert die motivationale Disposition einer Person ihre rationalen Überlegungen. Sie wird einzelne Aspekte stärker gewichten als andere, und sie wird nur schwer beschreiben können, was sie dazu veranlasst hat – eine rationale Entscheidungsfindung müsste dagegen erklärt werden können. Es wird daher davon ausgegangen, dass die Motivationslage einer konkreten Handlung von zweckrationalen Überlegungen und von Motiven gleichermaßen beeinflusst wird[30].

In den Motiven liegt ein Teil der emotionalen Qualität einer Handlung begründet. Holodynski und Oerter stellen den Zusammenhang zwischen Motiven und Emotionen folgenderma-

[30] Max Weber sprich von zwei Formen der Rationalität in Handlungen: der Wertrationalität und der Zweckrationalität. Er schreibt: „Zweckrational handelt, wer sein Handeln nach Zweck, Mittel und Nebenfolgen orientiert und dabei sowohl die Mittel gegen die Zwecke, wie die Zwecke gegen die Nebenfolgen, wie endlich auch die verschiedenen möglichen Zwecke gegeneinander rational abwägt [...]“ (Weber et al. 1922, S. 13). Er betont, dass beide Formen in aller Regel parallel auftreten, in situativ unterschiedlicher Gewichtung.

ßen dar: Entscheidet sich eine Person motivspezifisch, so empfindet sie, „das Richtige“ getan zu haben. Damit übernehmen Emotionen teilweise die Aufgabe, Handlungen „motivdienlich“ auszurichten – sie fungieren „als Mittel der individuellen Handlungsregulation“ (a. a. O., S. 553). Neben der volitionalen und der automatisierten existiert also eine emotionale Handlungsregulation. Holodynski und Oerter stellen den Zusammenhang von Motiven und Emotionen in folgender Struktur eines *allgemeinen Person-Welt-Bezugs* zusammen:

	Subjektivierung	**Objektivierung**
Vergegenständlichung	**Subjektivierende Vergegenständlichung:** Bedürfnis, d. Welt nach „eigenem Bild und Gleichnis“ zu gestalten	**Objektivierende Vergegenständlichung:** Bedürfnis, Realität zu schaffen und umzugestalten
Schöpfungsgefühle	**Gefühl der Selbsterweiterung:** sich heimisch machen, Gefühl der Kompetenz, dazu in der Lage zu sein	**Gefühl der Selbstwirksamkeit:** Bewusstsein, in einer realen Welt etwas bewirken zu können
Aneignung	**Subjektivierende Aneignung:** Bedürfnis, sich in der Welt heimisch zu fühlen	**Objektivierende Aneignung:** Bedürfnis, die eigenen Wissens- und Handlungsstrukturen der physikalischen und sozialen Realität anzupassen
Erkenntnisgefühle	**Gefühl der Geborgenheit:** sich sicher und heimisch fühlen, Gefühle des „Vertrautseins in der Welt“	**„Heureka“-Gefühle:** Gefühl, die reale Welt verstehen und das Selbst darin verorten zu können, Realitätsgefühle

Tabelle 3: Rahmenmotivationen und ihre motivspezifischen Emotionen im allgemeinen Person-Welt-Bezug von Substantivierung und Objektivierung und im Spannungsfeld von Vergegenständlichung und Aneignung (in: Holodynski und Oerter 2002, S. 557)

Hier werden zwei grundlegende Beziehungsformen zwischen Subjekt und Umwelt unterschieden: Mit einer Handlung kann das Motiv der *Aneignung der Welt* verfolgt werden und das der *Vergegenständlichung* eigener Vorstellungen und Wünsche, indem Gestaltungen in der Welt geschaffen werden. Vergegenständlichungen führen zu Schöpfungsgefühlen (Selbsterweiterung, Selbstwirksamkeit), Aneignungen zu Erkenntnisgefühlen (Geborgenheit, „Heureka“-Momente). Die Nähe zu Fuhrers Modus der Produktion ist deutlich erkennbar.

Mit dieser Unterscheidung kann die Motivation in alltäglichen Handlungen gut beschrieben werden, für die der Handelnde rationale Gründe nennen kann, die aber von außen betrachtet nicht primär rational zu sein scheinen. Jugendliche arbeiten sich oft wochenlang in die HTML- und CSS-Programmierung ein und nennen als Motivation den Wunsch, eine eigene Homepage veröffentlichen zu können. Sie können dabei recht genau beschreiben, welche Informationen sie damit ihren Freunden zur Verfügung stellen wollen – es handelt sich um einen Zweck, der rational begründet wird. Unter dieser Zielrichtung könnten sie aber erstens auf Anwenderprogramme zurückgreifen, deren Bedienung in wenigen Minuten erlernt werden kann. Damit wäre derselbe Zweck mit einem Bruchteil des zeitlichen Aufwands erfüllt. Zweitens kann bei zahlreichen Homepages kaum erklärt werden, inwieweit der Inhalt, der dort dargeboten wird, für andere relevant sein soll. Rational lässt sich die Handlung des Homepage-Programmierens also nur bedingt erklären, sehr wohl aber aus dem Bedürfnis heraus, „Realität zu schaffen oder umzugestalten“ (Motiv der Vergegenständlichung) oder aus dem Bedürfnis, „die reale Welt verstehen und das Selbst darin verorten zu können“ (Motiv der Aneignung).

Noch auf ein weiteres bedeutsames Handlungsmotiv verweist das Beispiel der eigenen Homepage: Wenn sie „online“ steht, wird der Ersteller seine Bekannten darüber informieren und darauf warten, dass sie in der Außenwelt wahrgenommen wird. Aus der Tatsache, dass in Online-Foren zahlreiche Fragen gestellt werden in der Art „Mehr Traffic auf meine Homepage – Wie schaffe ich das?“ oder „Wie finden meine Freunde meine Homepage?“, kann der Widerspruch zwischen Erwartungshaltung und Nachfrage abgelesen werden. Es genügt offensichtlich nicht, die Welt „nur“ verstanden und gestaltet zu haben, die gestaltende Person möchte als solche auch wahrgenommen werden. Darin spiegeln sich die beiden Bedürfnisse nach *Autonomie* und nach *Verbundenheit* wieder. Das Autonomiemotiv ist auf das Selbstverständnis und die Selbsterhaltung des Subjekts orientiert, das Motiv der Verbundenheit strebt nach seiner sozialen Einbettung (vgl. a. a. O., S. 558) – hier ist der Modus des sich Ausdrücken-Könnens von Fuhrer erkennbar.

Das Zusammenwirken dieser vier Handlungsmotive wird in Abbildung 17 dargestellt. Sie stellt die vier motivspezifischen Formen der Kontaktaufnahme der Person mit der Umwelt dar, denen jeweils eine Gerichtetheit innewohnt. Die *Aneignung* ist von der Umwelt in die Person gerichtet, mit ihr werden Sachverhalte von außen in das persönliche Handlungs- und Wissensrepertoire des Subjekts aufgenommen. Die *Vergegenständlichung* verläuft vom Subjekt in die Umwelt „hinaus", sie erweitert ihren Einfluss nach außen. Das *Autonomiebedürfnis* ist auf das Innere der Person gerichtet. Sie möchte sich als individuelle Einheit wahrnehmen und erfahren, sie möchte sich gegen andere abgrenzen. Da es der Person leichter fällt, Autonomie zu erfahren, indem sie sich mit Dingen der Außenwelt beschäftigt (Freude am selbsterzeugten Effekt, Selber-machen-Wollen, „sekundäre Kreisreaktion"; vgl. ebd.), verweist der Beziehungspfeil im Schema aus der Umwelt in die Person hinein. Um das Bedürfnis nach *Verbundenheit* befriedigen zu können, muss das Subjekt in Kontakt mit der Außenwelt treten und Rückmeldung erfahren. Dies betrifft zuallererst die Verbundenheit mit der sozialen Umwelt, der Kontakt kann als soziale Kommunikation über das Einsetzen von Symbolen hergestellt werden. Die Verbundenheit ist eine wechselseitige Beziehung, da die Interaktionspartner selbst Handlungssubjekte sind (doppelt-gerichteter Pfeil).

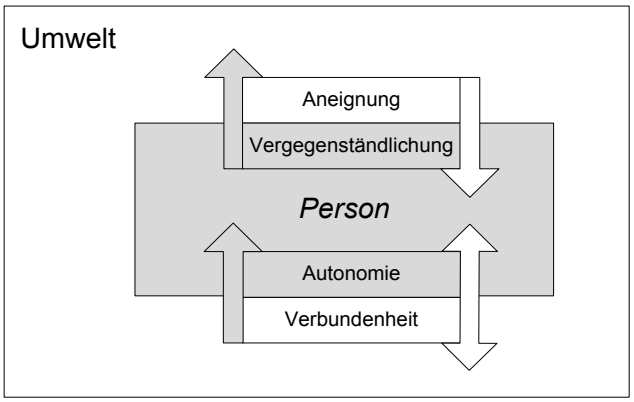


Abbildung 17: Motive in Subjekt-Umwelt-Beziehungen

Aneignung und Vergegenständlichung, Autonomie und Verbundenheit werden in aller Regel nicht Hauptanlass einer Handlung sein und sind nur in engen Grenzen willentlich steuerbar („Ich stelle jetzt meine Autonomie her"). In Handlungen, die auf einen „äußeren" Zweck gerichtet sind, klingen diese „inneren" Motive aber mit, sind motivational und emotional wirksam. Sie lassen sich selten klar identifizieren, spielen sich überwiegend auf der emotionalen Ebene ab und sind nur bedingt explizierfähig.

Der Zusammenhang zwischen „äußerem" Zweck und „inneren" Motiven scheint auch ein Schlüssel zum Verständnis technischer Handlungen zu sein. In einer ersten Annäherung an das Handlungsmodell, das hier entworfen werden soll, lässt sich, in Weiterentwicklung der Bedeutungsebenen einer Handlung (vgl. Abbildung 13), die „Zweck-Motiv-Struktur" einer Handlung wie folgt darstellen.

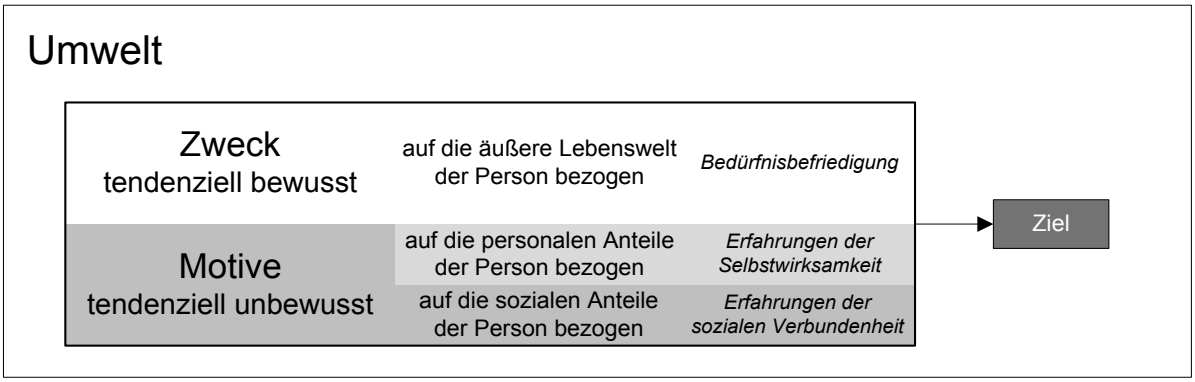


Abbildung 18: Zweck-Motiv-Struktur einer Handlung

Der Zweck, auf den die Handlung gerichtet ist, liegt in einem Ziel in der äußeren Lebenswelt der Person: Sie möchte sich erfrischen, möchte Musik hören, muss zur Arbeit fahren usw. Dieser Zweck ist der Person bewusst, Teilzwecke können auch in impliziter Form vorliegen. Gleichzeitig wird sie aber von unterschiedlichen Motiven angetrieben. Diese beziehen sich zum einen auf den autonomen Aspekt der Person, auf ihre Ich-Identität: *Ich* will das selber können, *ich* will wissen, was mich einzigartig macht. Sie beziehen sich zweitens auf ihre Verbindung zur sozialen Umwelt: Was unterscheidet mich von anderen? Wie gehöre ich mit ihnen zusammen?

Der Zielzustand wird aus unterschiedlichen Beweggründen angestrebt. Zangenmeister definiert: „Das Zielsystem besteht aus einer geordneten Menge aller handlungsrelevanten Zustandsmerkmale (-dimensionen), deren Ausprägungen der Entscheidungsträger in einer Problemsituation nicht wertneutral gegenübersteht." (Zangenmeister 1977, S. 335) Ziele haben eine Leitfunktion, eine Vergleichsfunktion (Maßstab zur Beurteilung von Alternativen) und eine Kontrollfunktion (Überprüfen der Zustandsausprägung; vgl. a. a. O., S. 334).

Im Zusammenhang der Fragestellungen dieser Studie interessieren besonders die Handlungen, bei denen *Mittel* in die Zweckerfüllung einbezogen werden. Sie stellen gleichermaßen Trennungs- und Bindeglied zwischen Handlungsanlass und Ziel dar. Trennend wirken sie, da sie entgegen einer „un-mittelbaren" Zweckerfüllung ausgewählt wurden. Verbindend wirken sie, da sie genau dieser Zweckerfüllung dienen, wenn sie auch durch weitere Absichten in die Handlung eingebracht werden (Optimierung, Erleichterung usw.). Die Zweck-Motiv-Mittel-Struktur einer Handlung stellt sich folgendermaßen dar:

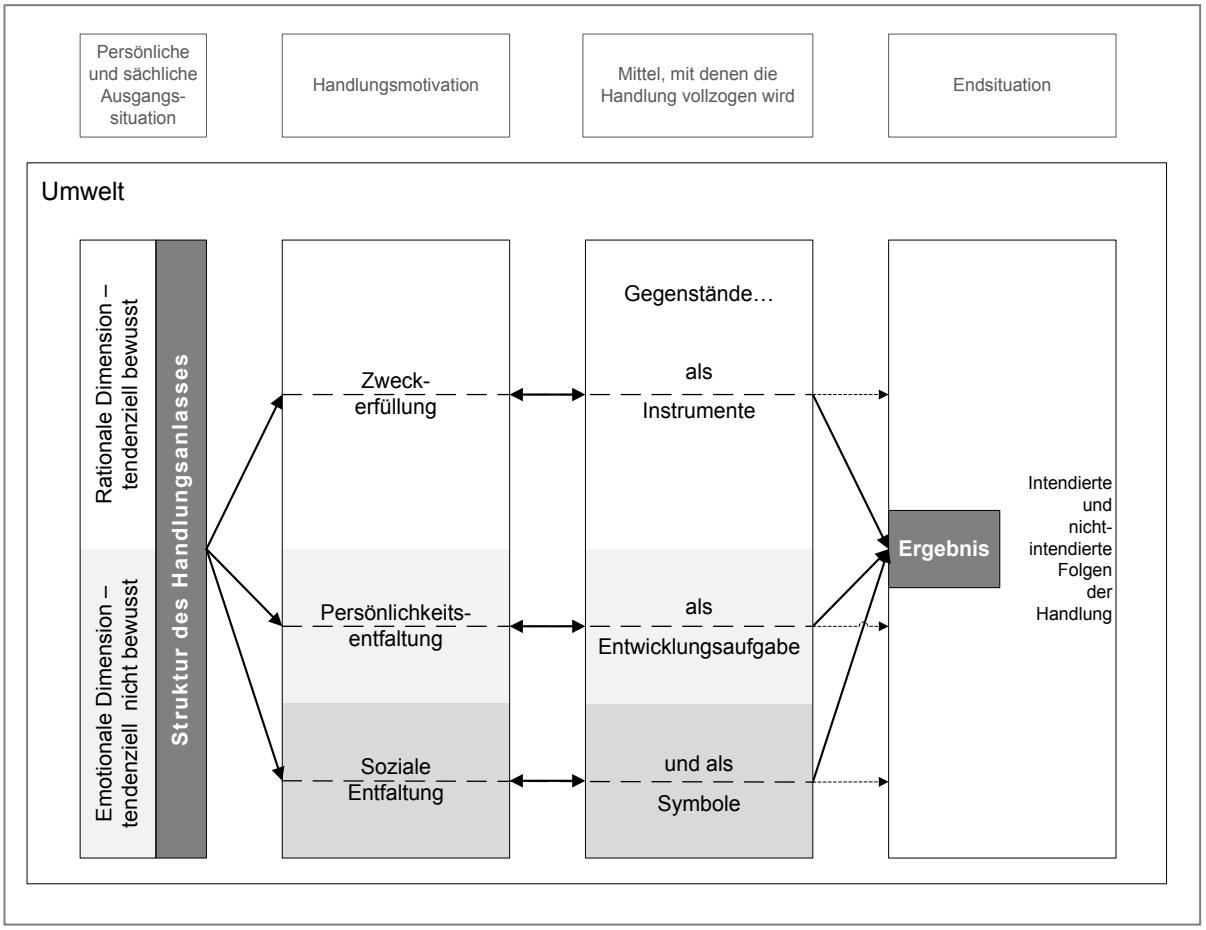


Abbildung 19: Zweck-Motiv-Mittel-Struktur einer Handlung

Der *Handlungsanlass* wird entsprechend der Trennung in äußeren Zweck und innere Motive in eine äußere und eine innere Ebene unterteilt. Die beiden Ebenen sind in der Realität kaum vereinzelt wahrnehmbar. Die *Motivation* des Handelnden wird durch den äußeren Zweck und durch seine motivationale Disposition beeinflusst. Nutzt er *Mittel*, um das Ziel zu erreichen, werden diese zwischen Wunsch und Erfüllung eingeschoben. Dafür muss der Handelnde eine Veranlassung haben, sonst würde er das nicht tun. Sie setzt sich ebenfalls aus unterschiedlichen Aspekten zusammen: Sowohl der Wunsch nach optimierter Zweckerfüllung, nach Persönlichkeitsentfaltung und nach sozialer Interaktion können Antriebe sein.

Da die drei unterschiedenen Ebenen in der Person eine unauflösliche Einheit darstellen, wurde im Schema auf Trennlinien zwischen ihnen verzichtet. Die doppelt-gerichteten Pfeile zwischen der Motivationslage und den Mitteln weisen darauf hin, dass der Einsatz von Mitteln auf die Person zurückwirkt, dass sie sich in der Auseinandersetzung mit ihnen verändert. Rosa nennt dies „Resonanzachsen zwischen Selbst und Welt“, er spricht davon, dass „das gelingende Leben durch die Intaktheit der Resonanzachsen, das misslingende dagegen durch deren Abwesenheit oder Verstummen [...]“ gekennzeichnet sind (Rosa 2013, S. 13).

Am Ende der Handlung schließlich hat sich die Welt verändert. Das *Handlungsergebnis* ist nicht nur Erfüllung eines Zwecks. Es ist auch Ausdruck der Persönlichkeit des Handelnden und hat Auswirkungen auf seine Selbstwahrnehmung; und es positioniert ihn in seinem sozialen Daseinskontext.

Damit, darauf verweist Ropohls Handlungssystemtheorie, ist die Wirksamkeit der Handlung aber noch nicht abgeschlossen. Da das Handlungsergebnis *Folgen* für die Handlungsumwelt hat (in der Soziologie wird in diesem Zusammenhang von „Handlungsökologie“ gesprochen), wirken alle drei Bezugsebenen der Handlungsmotivation auf die Welt, und alle drei Ebenen werden in der Rückspiegelung der Folgen der Handlung von der Welt beeinflusst. Das wird durch die gestrichelten Verbindungslinien abgebildet, die sich in allen Ebenen bis zu den Folgen der Handlung durchziehen.

2.8 Zusammenfassung

Mit dem Handlungsprozess-Modell und dem Modell der Zweck-Motiv-Mittel-Struktur sind Grundlagen geschaffen, das Phänomen des Handelns besser verstehen zu können. Das Prozessmodell bildet die rekursiv-verzweigende Verlaufsstruktur einer Handlung mit ihren zahlreichen Bewertungs- und Entscheidungssituationen ab. Es konnte gezeigt werden, dass lineare Modellvorstellungen in einer idealisierenden Abstraktion wesentliche Handlungsmerkmale ausgrenzen. Allein die Tatsache, dass sie das alltäglich erfahrene Abbrechen einer Handlung nicht darstellen, zeigt die Begrenztheit ihrer Aussagekraft. Das Modell der Zweck-Motiv-Mittelstruktur verdeutlicht die Vielschichtigkeit des Antriebs zu einer Handlung und die daraus resultierenden unterschiedlichen Funktionen der eingesetzten Mittel. Wenn ein überaus zweckmäßiger Gegenstand keine Kommunikationsplattform bietet, weil ihm keine Symbolkraft zukommt, wird er als Mittel in Handlungen, die neben der äußeren Zweckerfüllung der sozialen Kommunikation dienen, eher nicht eingesetzt werden.

Da technisches Handeln eine besondere Form des Handelns ist, muss in der Folge diese Besonderheit herausgearbeitet werden. Das dabei entstehende Modell technischen Handelns wird auf den beiden allgemeinen Modellen zum Handeln aufgebaut werden.

3 Technisches Handeln

Es hat sich gezeigt, dass man eine menschliche Grundgegebenheit wie die Fähigkeit zum Handeln nicht präzise bestimmen kann. Beim Versuch, Technik klar zu definieren, ergeben sich vergleichbare Schwierigkeiten – ein Blick in die Literatur zeigt das (beispielhaft: Lenk 1982 oder Ropohl 2010b). Mit kumulierter Wirkung wird das auch beim Begriff des „technischen Handelns“ der Fall sein. Er stellt, wie bereits angesprochen, eine sprachliche Verkürzung dar. Handeln ist das Verwirklichen der Absichten einer Person, und das geschieht nicht auf eine „technische“ Weise, sondern gemäß den Intentionen, Motiven, Wertestrukturen und Entscheidungskontexten der Person und den Einflüssen der Umwelt. Das Attribut „technisch“ im Zusammenhang mit einer Handlung bezeichnet zunächst bestimmte Merkmale, die ein Betrachter in der Art und Weise, in der sie ausgeführt wird, beobachten kann. So wie in einer Handlung starke Bezüge zu juristischen, zu künstlerischen, zu ökonomischen oder zu politischen Bereichen dominieren können, können sie das auch zur Technik.

Auf der anderen Seite gibt es Handlungen, die direkt als Vertreter einer bestimmten Art und Weise identifiziert werden. Der in seiner Rolle agierende Schauspieler handelt künstlerisch (obwohl er selbstverständlich auch ökonomische Zwecke verfolgt und technische Mittel nutzt), die ihren Patienten untersuchende Ärztin handelt medizinisch-diagnostisch, der segnende Pfarrer handelt religiös, die reifenwechselnde Motorradfahrerin handelt technisch. Was macht nun das Besondere an solchen Handlungen aus, das, was ihnen einen domänenspezifischen Charakter verleiht?

In jedem der genannten Beispiele trifft eine Person Entscheidungen nach spezifischen Kriterien und Bewertungen. Hier wird, in Form einer Arbeitshypothese, das Attribut *technisch* in Bezug auf eine Handlung zuallererst dort verwendet, wo sie von spezifischen Entscheidungsstrukturen bestimmt wird. Um diese beschreiben zu können, muss zunächst geklärt werden, was unter dem Technischen zu verstehen ist.

3.1 Zum Technikbegriff

Mit dem Begriff *Technik* wird ein „übergreifender Gegenstandsbereich“ (Rapp 1994, S. 19) benannt, der so vielfältig ist, dass er nur schwerlich in einem konsistenten Bild zusammengefasst werden kann. Tondl beschreibt als Charakteristikum der technischen Welt, dass ihre „[...] Elemente, Geschehnisse oder Prozesse einander überhaupt nicht ähneln, dass sie sich grundsätzlich unterscheiden, und dass ihre Funktionen praktisch nichts Gemeinsames haben,

vielleicht mit Ausnahme einer völlig allgemeinen und darüber hinaus sehr abstrakten Bestimmung.“ (Tondl et al. 2003, S. 23) Man denke an so unterschiedliche Sachverhalte wie das Konstruieren, das Herstellen, das Nutzen, das Auflösen von Technik. Innerhalb dieser bedenke man die Varianten, etwa das Einstellen und Bedienen eines Röntgenapparats in einer Arztpraxis im beruflichen Alltag und das Zubereiten eines Kaffees im privaten. Man vergleiche die Gegenstandsbereiche etwa der Maschinentechnik und der Elektronik – dort werden regelrecht unterschiedliche Sprachen gesprochen. Sehr deutlich wird der Facettenreichtum in Alltagsbezügen: einen Drucker anschließen, eine Deckenlampe aufhängen, Hosenbeine kürzen, einen Kuchen backen, Wäsche waschen, Zähne putzen, einen Zaun streichen, Rosen einpflanzen, Etüden am Klavier einüben – alles sind technische Handlungen, aber was ist das sie Einigende?

3.1.1 Phänomenologische Annäherung

Zunächst einmal, das ist unbestritten, ist Technik gekennzeichnet durch ihren finalen Charakter. Ihr Ausgangspunkt ist ein Wunsch, eine Absicht, eine Idee. Die Handlung, die zur Zweckerfüllung führt, muss von der Handlung, in der sich der Zweck erfüllt, unterschieden werden. Nur die erste ist final, mit der zweiten beginnt ein neuer, eben der angestrebte Zustand. Hubig bezeichnet Zwecke als „*Sachverhalte* in der Zukunft“ (Hubig 2011a, S. 171), und zwar in doppeltem Sinn: Der Mensch identifiziert einen wünschenswerten Zustand als Sachverhalt, er scheidet die Welt dadurch in die Bereiche des Möglichen und des Unmöglichen. Mit seiner Erfüllung hört der Zweck auf, zu existieren: „Zwecke beenden also ihr Zweck-Sein, wenn sie realisiert sind, [...] denn wenn Zwecke realisiert sind, also das zukünftige Ereignis eingetreten ist, ist der Sachverhalt nicht mehr zweckhaft, seine intentionale Interpretation als Zweck wird falsch [...]“ (a. a. O., S. 172).

Dass technischem Denken und Handeln oft eine Grundtendenz zum Utilitarismus vorgeworfen wird, dass auch im professionellen technischen Bereich manche Auswirkungen einer Handlung als „Nebenfolgen“ gesehen werden, die mit der Technologie selbst nichts zu tun haben, hat Gründe in dieser finalen Ausrichtung. Der technische Blick ist aus sich selbst heraus auf die Erfüllung des Zwecks gerichtet, und die gewählten Mittel und Verfahren werden daraufhin bewertet, ob und wie sie seiner Verwirklichung dienen. Aspekte, die außerhalb dieses Zwecks liegen, etwa ethische Fragen, drängen sich nicht zwangsweise auf. Das bedeutet nicht, dass sie nicht relevant wären. Vielmehr bedarf es des Bewusstseins, dass sie im verursachenden Bedürfnis meist nicht „enthalten“ sind und dass daher Bewertungen, die aus-

schließlich auf die Erfüllung des Bedürfnisses des Akteurs Bezug nehmen, keine ethischen Kriterien zugrunde liegen[31].

Die Finalität ist allerdings ein notwendiges und kein hinreichendes Kriterium zur Bestimmung des Technischen einer Handlung. Viele Handlungen sind zweckorientiert, ohne technisch geprägt zu sein. Was, so die Frage, sind weitere notwendige Aspekte?

Sachs zeigt eine Reihe von Merkmalen von Technik auf, die über die Finalität hinausgehen (vgl. Sachs 2005, S. 2–3). Demnach ist Technik (1) als „Menschenwerk" Teil der Kultur. Sie ist (2) Ausdruck menschlicher Kreativität und Problemlösefähigkeit und in diesem Sinn immer Ergebnis gestalterischer Entscheidungen, die auch anders hätten getroffen werden können. Sie ist (3) von Interessen geleitet und hängt damit von den Zielsetzungen der Technikschaffenden und der Techniknutzenden ab. Technik ist (4) immer auch Folge von Wertsetzungen. Die Behauptung, Technik sei wertneutral, wird ihrem Entstehungszusammenhang und der Reichweite ihrer Folgen nicht gerecht. Technik kann (beabsichtigt oder unbeabsichtigt) global wirksam werden, sodass sie (5) gesellschaftlich verantwortet werden muss. Technik muss (6) aber auch in Bezug auf Individuen verantwortet werden, da sie Lebensbedingungen und Lebensperspektiven konkreter Menschen beeinflusst. Technik ist (7) ein Bereich eigenständiger Theorie und Praxis. Die technische Praxis findet statt in den Dimensionen *Entwickeln, Herstellen, Nutzen* und *Auflösen* von Sachsystemen und kann sowohl professionell als auch laienhaft ausgeführt sein. Die technische Theorie wiederum ist eine Theorie von Gestaltungs- und Verwendungsvorgängen und den damit zusammenhängenden Entscheidungen. Darin unterscheidet sie sich von den Wissenschaften, die ein primäres Erkenntnisinteresse haben.

Die Bedeutung der von Sachs herausgearbeiteten Beschreibung des Phänomens Technik soll an einem Beispiel konkretisiert werden – an einem Damen-Top eines Bekleidungsdiscounters.

[31] Ein prägnantes Beispiel dieser Diskussion ist zu finden in „Zukünftige Technologien – Haben wir die Technik, die wir brauchen? Brauchen wir die Technik, die wir haben?" von Ropohl (2007), wo er am Beispiel von RFID-Anwendungen diskutiert, in welchem Entwicklungsstadium und von welchen Instanzen eine neu sich entwickelnde Technologie auf mögliche Folgen hin durchleuchtet werden sollte.

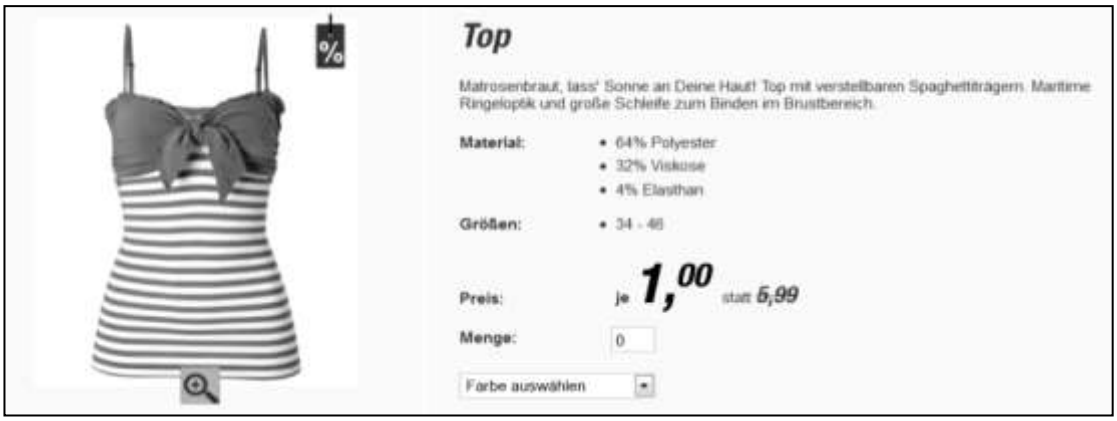


Abbildung 20: Online-Angebot eines Kleidungsstücks (in: http://www.kik-textilien.de/de/top-49.html)

Es handelt sich um ein Online-Angebot aus dem Jahr 2012. Das Top ist aus Einzelelementen gefertigt und mit einer Schleife verziert. Besonders das Vorhandensein der Schleife deutet darauf hin, dass Gestaltungsentscheidungen nicht nur entlang rationaler oder ökonomischer Kriterien getroffen wurden, denn das Binden der Schleife ist ein aufwendiger Vorgang, der das Produkt verteuert. Trotzdem konnte das Kleidungsstück ursprünglich für 6 €, im Rahmen einer Sonderaktion für 1 € angeboten werden. Die bei Sachs aufgelisteten Aspekte ergeben folgende Blickrichtungen und Fragestellungen:

Merkmale von Technik	**Beispiele für Fragestellungen**	**Beispiele für Teilaspekte**
Technik als Menschenwerk	Welche kulturellen Leistungen stecken in dem Artefakt? Welche Handlungen sind damit verbunden?	Gestaltung von Bekleidung, Erschließung natürlicher Ressourcen, Genese bestimmter Herstellungsverfahren, Vertriebsvarianten
Technik als Ausdruck kreativer Problemlösung	Welche Entscheidungen mussten im Verlauf der Entwicklung und Herstellung getroffen werden?	Gestaltungsprinzipien wie Ergonomie, Fertigungsgerechtigkeit, Verpackungsgerechtigkeit, Ästhetik, Symbolwirkung
Technik als Ausdruck von Interessen	Welche Personen und Gruppen verfolgen Interessen mit dem Artefakt? Welcher Art sind diese Interessen?	Zusammenhang zwischen Technik und Ökonomie, Funktion von Werbung, internationale Handelsbedingungen als organisierte Machtverhältnisse
Technik als Wertsetzung	Welche Wertesysteme kommen bei der Herstellung, Nutzung und Auflösung des Artefakts zum Tragen und wie werden sie gewichtet?	Zweckrationale, ökonomische, ökologische und ethische Begründungszusammenhänge

Technik als gesellschaftswirksames Phänomen	Wie beeinflussen Herstellung und Nutzung soziale Systeme? In welcher gesellschaftlichen „Reichweite“ wirken das Artefakt und die damit verbundenen Handlungen?	Optimierung von Prozessen, Auswirkungen auf die Arbeitsverhältnisse der Beschäftigten, globale Gerechtigkeit, Nachhaltigkeit
Technik als persönlichkeitswirksames Phänomen	Inwiefern helfen die Handlungen mit dem Artefakt, dass der Handelnde die Welt erfassen und sich aneignen kann? Welche Fähigkeiten kann er dabei entwickeln? Wie wird er dadurch für andere als Persönlichkeit sichtbar?	Persönlichkeitsentwicklung, Selbstkonzept, Selbstdarstellung durch Symbole
Technische Praxis und Theorie	Wie entwickeln sich das Wissen und die Praxis, die für das Artefakt erforderlich sind? Wodurch unterscheiden sich Praxis und Theorie der Gestaltung und der Nutzung?	Fertigungs- und Verfahrenstechnik, Materialentwicklung, Akkumulation technischen Wissens und Könnens, Folgen ökonomischer Entscheidungen auf technische Prozesse in Entwicklungs-, Herstellungs-, Verwendungs- und Auflösungskontexten

Tabelle 4: Merkmale von Technik nach Sachs, an einem Beispiel konkretisiert

Das Beispiel zeigt, was auch als „Mehrdimensionalität von Technik“ bezeichnet wird. Die Textilindustrie ist durch eine globale Arbeitsteilung gekennzeichnet. In der *Fertigung* werden überwiegend ungelernte Kräfte eingesetzt. Technisches Können entsteht durch Ausbildung und Erfahrung. In dieser Form der Produktionsorganisation kann aber Erfahrung nicht mehr so gesammelt werden, dass fachliche Kompetenz aufgebaut würde. Fröbel et al. wiesen bereits in den späten 1970er-Jahren darauf hin, dass durch solche Formen der Arbeitsteilung eine Wissensverlagerung von der technischen Ausführung hin zur Kapitalseite stattfindet. Sie sprechen von einem „Monopol des Wissens“ (Fröbel et al. 2006, S. 4), das zu einem circulus vitiosus aus Rationalisierung und zunehmender Bedeutungslosigkeit von Qualifikationen bei Fachkräften führt. Auch in der *Nutzung* wird ein sachgerechtes Handeln geradezu überflüssig gemacht. Billigtextilien verlieren nach wenigen Waschgängen ihre Form, ihre Lebensdauer lässt sich auch durch schonende Behandlung kaum verlängern. Je modischer das Design, desto weniger kann erwartet werden, dass das Kleidungsstück länger als eine Saison getragen wird. Ein Preis von einem Euro macht jede Form besonderer Pflege oder Reparatur unwirtschaftlich.

Ein technisches Objekt wie ein Bekleidungsstück stellt sich bei genauer Betrachtung als Geflecht von zeitlich-räumlichen, gesellschaftspolitischen, psychologischen, juristischen usw. Beziehungen heraus. So wie der öffentliche Personennahverkehr nicht nur aus Bussen und Bahnen besteht, sondern einer Infrastruktur aus Straßen-, Schienen-, Tankstellen-, Strom- und Datennetzen bedarf, so bildet auch das Damen-Top ein Beziehungsgeflecht. Ropohl unterscheidet hierbei eine humane, eine soziale und eine naturale Dimension (vgl. Ropohl 2009, S. 32 ff.). Würde das Top lediglich unter dem Gesichtspunkt betrachtet, wie das Gewebe optimal erzeugt und die Einzelteile zweckmäßig verbunden werden können, würden zahlreiche und wesentliche Aspekte ausgeblendet. Genaugenommen lässt sich mit einem solch verengten Blick nicht bestimmen, was unter „zweckmäßig“ und „optimal“ verstanden werden soll. Dies sind Bewertungen, die sich nur treffen lassen, wenn die dahinter liegenden Sinnzusammenhänge einbezogen werden. Der Hersteller und die Käufer verstehen darunter offenbar hauptsächlich ökonomische Aspekte. Humane, soziale, politische, ökologische oder juristische Fragen kommen bei ihnen kaum zum Tragen, obwohl sie unvermeidlich mit dem Artefakt verbunden sind. Der Fertigungstechniker kümmert sich überwiegend um die Aspekte, die mit der Herstellung verbunden sind, die Unternehmensleitung um die ökonomischen und organisatorischen, der Werbegrafiker um die symbolischen, der Nutzer um die auf seine Person bezogenen. Technik ist aber Folge und Ausdruck all dieser Gesichtspunkte und beeinflusst sie wiederum in ihrer gesamten Bandbreite. Werden nur einzelne beachtet, so wird Technik verkürzt wahrgenommen. Die Gründe für einen solchen verengten Blick können vielfältig sein: eine egozentrische Weltsicht, Lebenszwänge, aber auch fehlende Übung, das gesamte Spektrum zu erkennen.

Sachs´ Aufschlüsselung und Ropohls dimensionale Struktur können als Suchfelder für einen differenzierten Blick auf Technik genutzt werden. Ohne das Berücksichtigen der humanen Bestimmungen und Bedingungen von Technik können ihre Entstehungs- und Nutzungszusammenhänge nicht verstanden werden. Wie sollte man beispielsweise aus einer Betrachtung naturaler Wirkmechanismen erklären, weshalb es so unterschiedlich gestaltete Bürogebäude gibt? Ein Teil ihrer Merkmale lässt sich aus statischen Überlegungen ableiten. Darüber hinaus führen hohe Grundstückspreise und der Wunsch nach Zurschaustellung von Bedeutung und Macht zu Gebäuden mit großen Bauhöhen, der Wunsch des Architekten und des Auftraggebers nach Unverwechselbarkeit zu markanten Formgebungen, soll Transparenz ausgedrückt werden, spielen Glaselemente eine Rolle usw.

Die Mehrdimensionalität von Technik ließe sich an der Gestaltung von Smartphones, Autos, Brücken, Kleidung, Staubsauger oder Zahnbürsten aufzeigen, aber auch an den Handlungsanweisungen, wie technische Geräte genutzt werden sollen. Dort kann mancher Hinweis nur vor dem Hintergrund rechtlicher Absicherung verstanden werden, etwa zum Vermeiden von Produkthaftungsfällen. Es wäre eine Verkürzung, die dem finalen Charakter von Technik nicht gerecht wird, würde man hier den juristischen Aspekt als „Fremdeinfluss" interpretieren.

3.1.2 Technikbegriffe unterschiedlicher Reichweite

Der Begriff „Technik" wird in einer Vielzahl von Verwendungszusammenhängen und Bedeutungsvariationen verwendet. Ropohl ordnet sie nach ihrer Extension in Verwendungen enger, mittlerer und großer Reichweite (Ropohl 2009, S. 30).

Technische Handlungsbereiche

Der Technikbegriff mittlerer Reichweite verknüpft direkt das Sachsystem und die mit ihm verbundenen Handlungen. Unter Berücksichtigung der Absichten, unter denen mit den Sachsystemen gehandelt wird, lassen sich vier Bereiche technischen Handelns differenzieren: Entstehung, Distribution, Nutzung und Auflösung technischer Gegenstände. Jeder dieser Handlungsbereiche bedingt Vorgehensweisen, die bestimmte Charakteristika aufweisen. Dies soll wiederum an einem Beispiel konkretisiert werden, diesmal am Sachsystem *Papier*, einer Erfindung mit enormer kultureller Wirkung.

Papier als Beispiel für den Zusammenhang zwischen Handlung und Gestaltung

Der Wunsch, Gedanken festhalten und übermitteln zu können, führte zur Entwicklung und Verfeinerung unterschiedlichster Speichervarianten, von der Schrifttafel über das Papier bis hin zur E-Mail. Der ursprüngliche Bedarf wurde durch verschiedenste *konstruktive Lösungen* umgesetzt. So stellte der erste Papyrus, nachgewiesen ab etwa 3.000 v. Chr., eine Alternative zu Wachs- und Tontafeln dar, die den Transport von Nachrichten entscheidend erleichterte. Papier ermöglicht den Einsatz einfacher und „schneller" Schreibwerkzeuge. Deren Entwicklung wiederum ist untrennbar mit den Eigenschaften des Papiers verbunden. Die Erfindung von Tinte erforderte Papier mit einer bestimmten Saugkraft, bei dem die Tinte aufgenommen wird, aber nicht zu stark zerfließt. Weiterentwicklungen im Bereich der Druckmaschinen und –verfahren machten wiederum neue Papiere erforderlich, genauso der Wunsch, weißes Papier ohne umweltbelastende Chlorbleiche herstellen zu können. Mit der Entwicklung von E-Paper wurde versucht, das Lesen digital gespeicherter Texte mit einem Medium zu ermögli-

chen, das dem Papier ähnelt. Ein Antrieb für diese Entwicklung war die fehlende Bereitschaft der Nutzer, längere Texte am Bildschirm zu lesen. Die Entwicklung digitaler Lesegeräte ist eine Variante, bei der das Artefakt Papier nur noch simuliert wird, etwa mit Umblätter-Animationen beim Seitenwechsel. Dort kann allerdings Text nur gelesen, nicht geschrieben werden. Momentan ist noch nicht abzusehen, ob der E-Reader neben den sich schnell verbreitenden Smartphones und Tablet-PC bestehen wird. Aktuell wird am Einblenden von Text auf Brillen gearbeitet.

Technische Entwicklung orientiert sich an den Nutzungswünschen und –bedingungen, an den Möglichkeiten stofflicher Aufbereitung, an den Vorgaben von Herstellung und Vertrieb, an ökologischen, ökonomischen und juristischen Bedingungen und Zielvorstellungen. Alle diese Bedürfnisse sind in konkreten technischen Artefakten „enthalten“. Banse und Hauser betonen, „[...] dass technische Objekte keinesfalls notwendigerweise so und nicht anders, wie sie uns allgegenwärtig sind, d. h. aus autonomen technischen Bedingungen, in den Alltag gelangen. Technische Sachsysteme sind in ihrer Entstehung wie in ihrer Verwendung Ausdruck sowohl eigener wie fremder (‚eingebauter‘) Absichten und Zwecke." (Banse und Hauser 2010, S. 21)

Die *Herstellung* von Papier setzt heute die Nutzung computergesteuerter Maschinen voraus, die für Laien kaum mehr nachvollziehbare Leistungen erbringen. Der Papiermaschinenhersteller Voith wirbt damit, dass mit seinen Maschinen Papier innerhalb von sechs Sekunden aus der Suspension hergestellt werden kann, dass das Papier mit einer Geschwindigkeit von 120 km/h verarbeitet und transportiert wird, bei einer Kapazität von knapp 3000 Kilometern pro Tag (Voith Paper Holding GmbH 07.08.2008, S. 4–6). Der Blick soll hier weniger auf die Daten gelenkt werden als auf die Handlungen, die zur Papierherstellung führen. So haben sich die Aufgaben der Facharbeiter von den handwerklichen Tätigkeiten des Papierschöpfens und Gautschens in Richtung Überwachen von Maschinen verschoben, von der körperlichen Belastung hin zum abstrakten, systemischen Denken. Das erfordert die Bereitschaft, die mit der Bedienung teurer Maschinen verbundene Verantwortung zu übernehmen (vgl. Weck und Brecher 2005). Das führt zu einer systemischen Einbindung jedes einzelnen Handelnden in den Gesamtablauf, sodass er zu einem notwendigen Zubehör der Maschine wird, „die selbst irgendein tausendstel Teil des Gesamtprozesses verwirklicht“ (Kusin 1970, S. 44). Die Tätigkeitsbereiche und –formen sind darüber hinaus in der automatisierten Fertigung grundverschieden von denen in der handwerklichen. In der industriellen Herstellung erfordern die wenigsten Handlungen Fähigkeiten oder Fertigkeiten, die mit dem Produkt selbst

zu tun haben. Der Papiertechnologe ist zuerst Anlagentechniker (Bedienen und Überwachen von Anlagen, meist ohne direkten Kontakt zum Produkt, z. B. von Schaltwarten aus; Ablesen und Auswerten von Mess- und Kontrollanzeigen; Beheben kleiner Störungen), in zweiter Linie erst Werkstoffexperte (Kontrolle des Produktes in der laufenden Fertigung, Qualitätsprüfung des Endproduktes). Ob dadurch tatsächlich, wie Marx das annahm, die Produkte für den Arbeiter unwesentlich werden (vgl. Kusin 1970, S. 70), sei dahingestellt – auf alle Fälle bestimmen sie sein Handeln nur noch indirekt. Müller und Bruns berichten über Schwierigkeiten, die in der Arbeitsorganisation, in der Fertigung, aber auch in Ausbildungssituationen im Zusammenhang mit der Virtualisierung von Tätigkeiten entstehen. Dass sich Handlungen dort in einer „symbolischen Welt des Programms“ (Müller et al. 2003, S. 40) abspielen und keine Effekte in der Welt physischer Gegenstände erkennbar sind, führt zu schwerwiegenden „Übersetzungsproblemen“. Auch Simulationen, die eine sehr realitätsgetreue optische Umsetzung bieten, führen in den untersuchten Fällen zu schlechteren Ergebnissen als gegenständliche Modelle.

Bei der *Nutzung* ermöglicht die Vielfalt und Verfügbarkeit der erhältlichen Papiervarianten eine Vielzahl an Entscheidungen. *Welche Eigenschaften werden benötigt?* Günstige Universalpapiere lassen sich mit beliebigen Stiften beschreiben. Griffige Papiere eignen sich besonders für das Arbeiten mit Bleistiften, für das Schreiben mit Tinten werden Produkte mit angepassten Oberflächeneigenschaften angeboten. Um Spezialpapiere für Laser- oder Tintenstrahldrucker, für Text- oder Fotodrucke, für verschiedene Anlässe wie Bewerbungen oder Einladungen zu privaten Feiern zu kaufen, muss der Nutzer kein Fachgeschäft mehr aufsuchen, er wird beim Discounter fündig. *Wie erkenne ich die Qualität?* Das Flächengewicht dürfte einigen Nutzern als Merkmal bekannt sein; die wenigstens wählen Papier aber nach der Oberflächenbeschaffenheit aus. Wasserzeichen sind längst kein aussagekräftiges Indiz für Qualität mehr. Mit der Lichtechtheit werben Hersteller im Fotopapierbereich, oft ohne Testreferenzen anzugeben, sodass der Nutzer auf den guten Glauben angewiesen ist. Warentests zu Papier finden sich in großer Anzahl über das Internet, bis hin zu Anleitungen, wie man verschiedene Druckerpapiere bewerten kann. Es lässt sich daher vermuten, dass die Nutzung von Papier durch Laien nicht zwangsläufig eine gedankenlos-hinnehmende ist, sondern durchaus auf bewussten, am Zweck orientierten Entscheidungen beruht. *Welche Folgen hat die Auswahl eines Produktes?* Ist das Papier sauerstoff- oder chlorgebleicht? Wie viel Zellstoff enthält es und welche Umweltstandards werden bei der Produktion eingehalten? Unter welchen Bedingungen wird die handgeschöpfte und manuell verzierte Einladungskarte für 29 Cent vom Discounter hergestellt? *Wie nutze ich das Papier?* Beschreibe

ich es ein- oder zweiseitig? Nutze ich überhaupt Papier oder arbeite ich am Computer? *Wie entsorge ich das Papier?* Werfe ich es in die Recyclingtonne oder in den Restmüll? Entferne ich Kunststoffbestandteile (Ziel: Sortenreinheit) und Metallelemente (z. B. bei Büroordnern; Ziel: Schutz der Recycling-Maschinen)? Trenne ich Papier von Karton?

Das rohstoffliche oder energetische *Aufbereiten* von Altpapier ist eines der wenigen Beispiele, bei denen sich eine flächendeckende Sammlung und Aufbereitung assortierter Werkstoffe ökonomisch und ökologisch lohnt. Nicht nur das Beherrschen der Verfahrenstechnik ist eine wichtige technische Kompetenz, eine grundlegendere ist, in den Abfällen die Werthaltigkeit überhaupt entdeckt zu haben.

Der Bereich der *Wartung und Reparatur* spielt bei Papier mengenmäßig keine nennenswerte Rolle, ist aber dennoch kulturell bedeutsam. Es sei an den Erhalt und die Restaurierung alter Schriften erinnert. Welche Bedeutung damit verbunden ist, wird an Ereignissen wie dem Brand in der Herzogin-Anna-Amalia-Bibliothek in Weimar (2004), dem Einsturz des Kölner Stadtarchivs (2009) oder der Asbestverseuchung der Universitätsbibliothek in Konstanz (2011) deutlich. Diskussionen um das Ermöglichen des digitalen Zugriffs auf ganze Bibliotheksbestände durch staatliche Initiativen oder Privatunternehmen (Stichwort: automatisiertes Scannen) verweisen auf die juristischen und ökonomischen Dimensionen technischer Handlungen (Stichwort: Urheberschutz bei „Google Books“), aber auch auf die gesellschaftspolitischen (Verfügbarmachen von Bildungsgut). Der „Spiegel“ platzierte mitten in die Debatte um den Urheberschutz im digitalen Zeitalter im Frühjahr 2012 einen Bericht über neue wissenschaftliche Auswertungsmöglichkeiten durch digitalisierte Veröffentlichungen historischer Zeitdokumente. Der amerikanische Informatikwissenschaftler Kansa wird mit der Bemerkung zitiert, „Google Books“ sei mit seinen bis dato 15 Millionen erfassten Büchern „eine Art Genom der Weltkultur“(Bethge 2012, S. 129).

All dies ist im Technikbegriff mittlerer Reichweite enthalten. Er „umfasst (a) die Menge der nutzenorientierten, künstlichen, gegenständlichen Gebilde (Artefakte oder Sachsysteme), (b) die Menge menschlicher Handlungen und Einrichtungen, in denen Sachsysteme entstehen und (c) die Menge menschlicher Handlungen, in denen Sachsysteme verwendet werden.“ (Ropohl 2009, S. 31) Im Vergleich mit der engen Begriffsverwendung – Technik als die Menge der technischen Artefakte – lässt sich erahnen, welche Auswirkungen der zugrundegelegte Begriff auf das Verständnis von Technik hat.

Technik als Handlungspraxis

Ropohl benennt auch einen Technikbegriff großer Reichweite. Unter ihm wird jede planverfolgende und perfektionierte Handlungspraxis als Technik verstanden, inbegriffen Sachverhalte, die mit Begriffen wie *Fragetechnik, Atemtechnik, Liebestechnik* oder *Schreibtechnik* ausgedrückt werden.

Der Technikbegriff großer Reichweite birgt die Gefahr des Ausuferns, sodass mit ihm Technik in den Randbereichen nur noch schwer abgrenzbar ist. Technik eng zu definieren, nur über Sachsysteme, übersieht den Anlass, aus dem heraus sie entsteht; ohne die nutzende oder verwirklichende Handlung ist sie substantieller Aspekte beraubt. Dass aber Technik Handlung ohne gegenständliches Mittel sein kann, auch das scheint zunächst nicht einleuchtend. Am Beispiel des Ausdrucks „Fragetechnik“: Eine Frage wird in der Regel instrumentell und zweckorientiert eingesetzt, geschickte Fragefolgen deuten auf ein planmäßiges Vorgehen hin. In diesem Sinn kann eine Frage als sprachliches Werkzeug verstanden werden – wird sie dadurch aber zu einem technischen Element? Das Attribut „technisch“ wird hier im übertragenen Sinn gebraucht. Der Diskutant beherrscht das Fragen in einer Art und Weise, wie wir sie sonst aus der Technik kennen. Mehr noch, die Bezeichnung „Fragetechnik“ beinhaltet eine Konnotation, die auf der Fremdheit des Wortbestandteils „Technik“ beruht. Wer sagt, ein Redner habe eine perfekte Fragetechnik, kann neben der Anerkennung der Meisterschaft der Anwendung genauso ausdrücken, dass hier rhetorisch manipuliert werde. Die Manipulation ist in der Technik aber kein Malus, sondern ein wichtiges Ziel: Ein Bedienermenü soll den Nutzer führen, sodass er sich auf sein Ziel hin orientieren kann; ein Warnton fordert den Autofahrer zum Anlegen des Sicherheitsgurtes auf. Im metaphorischen Gebrauch in Bezug auf Sprechhandlungen führt die Redewendung vom technischen einer Vorgehensweise weg vom Kern dessen, was innerhalb der technischen Denktradition unter ihrem Gegenstand verstanden wird. Gleichwohl werden mit der *Regelorientierung* und dem Anspruch einer gewissen *Perfektion* durchaus Aspekte getroffen, die technikspezifisch sind.

Simmels Bewertung des Einbeziehens von Gegenständen in Handlungen als Abstammungsmerkmal von Kultur wurde oben erwähnt. Damit zeigt er den technischen Anteil auf, der in jeder instrumentellen Handlung steckt, und gleichzeitig den kulturellen Gehalt, der in jeder technischen Handlung verkörpert ist. Dies kann weder mit einem engen Technikbegriff entwickelt werden, der ausschließlich die Sachsysteme im Blick hat, noch mit einem mittelweiten, der Handlungen überwiegend in ihrem Bezug auf einen Gegenstand betrachtet.

In der technikdidaktischen Diskussion besteht weitgehend Übereinkunft, sich auf den mittelweiten Technikbegriff zu stützen (beispielsweise bei Schmayl 2013, Schlagenhauf 2009, Sachs 2005, Ropohl 2003 oder Hüttner 2002). Er ist anschaulich und prägnant zu fassen – allerdings können mit ihm manche Aspekte der menschlichen Technizität nicht angemessen beschrieben werden. Daher wird in dieser Studie neben der mittleren auch die weite Verwendung einbezogen.

Ein wichtiger Hinweis sei ergänzt, der oft stillschweigend vorausgesetzt, von Tondl und Wiesmüller aber explizit betont wird. Tondl verweist auf die Bedeutung eines „ausreichenden Niveaus an Wissen und Elementen einer akzeptierten oder anerkannten Wertestruktur“ (Tondl et al. 2003, S. 21). Dem gesammelten Fachwissen, darin geht er weiter als andere, weist er für den Gegenstand Technik konstitutive Bedeutung zu und bestimmt damit die technische Welt als ein System, in dem in den Bereichen technischer Kenntnisse, technischer Handlungen und technischer Artefakte agiert wird (vgl. a. a. O., S. 22). Bei Wiesmüller findet sich eine Ergänzung, mit der eine Brücke zwischen Tondls *Wissensniveau* und dem weiten Technikbegriff geschlagen werden kann. Er versteht technisches Wissen nicht über den Bezug zur technischen Domäne, sondern darüber hinaus über die spezifische Weise, wie es erarbeitet, gespeichert und angewandt wird. Angesprochen ist die „systematische Organisation des Wissens“ und die „Methodologie des Wissens als generelle Weise, Wissen methodisch regelgeleitet zu erlangen“ (Wiesmüller 2006, S. 201). Beide betonen letztlich, dass technisches Handeln zunächst eine gewisse Fachkenntnis und die Bereitschaft, diese bei Entscheidungen heranzuziehen, voraussetzt, dass es also eine Art des Umgangs mit Wissen gibt, der domänenspezifisch ist[32]. Es wird noch zu klären sein, inwiefern das auf alle technische Handlungskontexte zutrifft oder nur auf professionelle.

Technikspezifische Entscheidungskategorien

Der enge Technikbegriff bietet zunächst ein klares Kriterium: Künstlich Gemachtes ist Technik. So eindeutig das auf den ersten Blick erscheint, so schnell ergeben sich Schwierigkeiten bei konkreten Beispielen. Eine Kritzelei beim Telefonat, ein Haiku, eine Etüde auf der Violine – all das ist künstlich gemacht, aber ist es auch Technik? Besonders die Abgrenzung zur Kunst birgt Schwierigkeiten, weil auch dort materiale Artefakte erzeugt werden. An einem Beispiel sollen Verwandtschaften und Unterschiede aufgezeigt werden.

Der Holzschnitt „Rhinozerus“ von Albrecht Dürer gehört zu den bekanntesten Drucken der Kunstgeschichte. Er gibt der kunsthistorischen Forschung bis heute Rätsel auf. So ist nach

[32] Zu philosophischen und wissenschaftstheoretischen Grundlagen technischen Wissens: Gaycken (2005).

wie vor nicht geklärt, ob der Druck selbst tatsächlich von Dürer stammt. Für wahrscheinlicher gilt, dass er eine Federzeichnung anfertigte, die dann einem Formschneider als Grundlage für die Erstellung des Druckstocks diente. Dessen Arbeit wird in Jost Ammans und Hans Sachs´ „Ständebuch“ so beschrieben:

„Ich bin ein Formenschneider gut/
Als was man mir für reissen thut/
Mit der federn auff ein form bret
Das schneid ich denn mit mein geret/“ (Amman und Sachs 1568, S. 22).

Den Riss, den zeichnerischen Entwurf des Künstlers, übersetzt der Handwerker mit passendem Werkzeug in einen Druckstock – beim Holzschnitt mit einem Schneidmesser in eine Holzplatte. Von einer „Übersetzung“ kann gesprochen werden, da die schwarzen Linien des Druckes geradezu Antipoden schwarzer Linien einer Zeichnung sind. Während der Federstrich dem Gestus der Hand folgt, wird die Steglinie des Druckstockes geschaffen, indem das Umfeld der Linie ausgeräumt wird. Aus dem flüchtigen Duktus der Zeichnung wird die Langsamkeit des Schnittes. Die zahlreichen Entscheidungen, die der Formschneider bei seiner Arbeit treffen muss, folgen zunächst *technischen Kriterien*: Wie werden Grautöne durch reine Schwarz- und Weißkontraste erzeugt? Wie wird eine verwischte Linie begrenzt? Wie dünn kann ein Steg sein, damit er beim Drucken nicht ausbricht? Wie dick muss er sein, damit er der angestrebten Auflage standhält? Wie muss die Linie angepasst werden, damit sie nicht ausbricht, wenn sie gegen oder mit der Faser geschnitten wird? Die Entscheidung, einen Druck herzustellen, entstand bei „Rhinozerus“ aus *ökonomischem Interesse*: Die Zeichnung sollte vervielfältigt werden, damit sie auf den Straßen und Märkten verkauft werden konnte. Mit Abbildungen exotischer Tiere ließ sich zu Dürers Zeit große Aufmerksamkeit erzielen, Dürer vermarktete seine Drucke nicht nur in Nürnberg, sondern in mehreren europäischen Ländern. Die Entscheidung, einen Holzdruck herzustellen, wurde aus *ökonomischen und technischen Überlegungen* heraus bestimmt: Die Auflagengrenze eines Metallstichs liegt bei etwa 1000 Drucken, danach gilt der Druckstock als „erschöpft“. Bei Holzschnitten lassen sich dagegen weit höhere Auflagen erzielen, außerdem lässt sich dort Schrift einfacher einbinden, sodass dem Bedarf, der der Verbreitung des Drucks zugrunde liegt, Befriedigung von Sensationslust und Vermittlung von Informationen, optimal Genüge getan werden konnte. Bertsch beschreibt diesen Ausgleich zwischen zweckrationalen und ästhetischen Kriterien: „Die Formensprache ist durch die Verbindung von Federzeichnung und Holzschnitt bestimmt. [...] Der Formschneider, der die Weißformen herausschneidet, muss

sich anpassen und anstrengen. Aber auch der Zeichner ist in seinen Formen nicht völlig frei. Er setzt sie in einer Liniensprache, die die Werkzeuge und den Arbeitsgang des Formschneiders berücksichtigt. Er weiß, was er ihm zumuten kann. [...] Und beide, der formerfindende Zeichner und der nachschneidende Formschneider, denken daran, dass die Platte an den Drucker geht.“ (Bertsch und Zug 1971, S. 16) Der Entstehungsprozess ist durch ein „flüssiges“ Abwägen zwischen teilweise konfligierenden Absichten gekennzeichnet. Typisch für die Entstehung eines Kunstwerkes im frühen 16. Jahrhundert ist, dass der Künstler sowohl die technische als auch die ästhetische Gestaltung bis zur Perfektion beherrscht. Gleichzeitig spiegelt der Entstehungskontext die gesellschaftlichen Verhältnisse der Zeit wieder. Die arbeitsteilige Produktion ist Realität, Bürger und Handwerker treten als eigenständige Marktteilnehmer auf. Dürer, der vor dem „Rhinozerus“ selbst handwerklich großes Geschick im Holzschnitt bewiesen hatte, konnte es sich wirtschaftlich erlauben, den Druckstock fremdfertigen zu lassen. Der unbekannte Formschneider, der vielleicht selbst künstlerisch wertvolle Arbeiten schuf, war wohl nicht in der glücklichen Lage, den Auftrag annehmen oder ablehnen zu können. Nach Bertsch begutachtete Dürer mehrere Probeabdrucke, bevor der Druck in Serie gehen konnte. Dadurch konnte er größeren Einfluss auf das Endprodukt nehmen, es kann davon ausgegangen werden, dass in den Gesprächen zwischen Dürer und dem Formschneider technische und künstlerische Gestaltungsaspekte diskutiert und austariert wurden.

Das Beispiel verdeutlicht nicht nur die Schnittmenge zwischen Technik und Kunst. Es zeigt auch, dass in der Technik ein eigenes Arsenal an Mitteln entwickelt wird, auf das zurückgegriffen werden kann, wenn es die äußeren Bedingungen erforderlich machen. Beier schildert in einem Bericht über die zeitgenössische Filmbranche einen aktuellen Fall. Die Zusammenarbeit zwischen Produzenten, Regisseur und den Technikern, die für digitale „Visual Effects“ zuständig sind, wird demnach geprägt durch einen Vermittlungsprozess zwischen den ökonomischen Bedingungen, den künstlerischen Absichten des Regisseurs und dem technisch Möglichen – bei Beier heißt das „zwischen künstlerischem Schaffensdrang und industrieller Fertigung.“ (Beier 2013, S. 103)

Der Techniker, der im Auftrag anderer gestaltet, muss deren Absichten berücksichtigen. Er muss dazu in das Sachsystem Handlungsmöglichkeiten einbauen, von denen er ausgehen kann, dass der Nutzer das auch will. Dazu muss er über Vorstellungen verfügen, welche Nutzungshandlungen gattungsspezifisch für das Produkt sind.

Es wäre sehr kurz argumentiert, würde man Technik nur auf das Schaffen von Nützlichem reduzieren und Kunst auf das von Ästhetischem. So wie der Künstler „seine Welt“ nach

künstlerischen Vorstellungen gestaltet, so sorgt auch der Techniker dafür, dass er die Welt nicht so hinnehmen muss, wie sie ist. Auch wenn es ein großes Wort sein mag, so beinhaltet die menschliche Fähigkeit zur technischen Gestaltung eine Erlösungsdimension. Der Mensch kann, durch den Einsatz des Ingeniums, die natürlichen Bedingungen ein Stück weit zu seinen Gunsten verändern. Aufgabe der Technikwissenschaften wäre es, diesen Mechanismus der Befreiung herauszuarbeiten. Dazu zählen nicht nur Bedürfnisbefriedigungen, sondern auch soziale und politische Zusammenhänge. Das Durchsetzen von Interessen mit einer Handlung ist letztlich das, was verantwortet werden muss, nicht die Bedürfnisstruktur. Deshalb macht eine Aufspaltung von Verantwortung wenig Sinn, indem etwa eine technische von einer künstlerischen oder einer naturwissenschaftlichen Ethik unterschieden würde. Entscheidungsstrukturen sind in aller Regel mehrdimensional, die Abwägung zwischen Alternativen verläuft überwiegend nach domänen*spezifischen* Kriterien, aber auf der Grundlage domänen*übergreifender* Wertesysteme.

Die tatsächlich verwirklichte Form eines Artefaktes ist eine Verobjektivierung der vielen Entscheidungen, die im Entstehungsprozess getroffen werden. Ein geübter Betrachter kann diesen Prozess rekonstruieren. Werden Alternativen nach ihrer Zweck-Mittel-Relation bewertet, so erfolgt beispielsweise die Werkstoffauswahl nach Überlegungen, mit welchem Material sich die gewünschten Eigenschaften am besten umsetzen lassen. Auch in der Kunst müssen Entscheidungen getroffen werden, mit welchem Material sich der angestrebte Ausdruck am besten erreichen lässt. Hier erfolgt die Bewertung auch, aber nicht vorrangig rational (und damit auch nicht immer verallgemeinerbar), sondern überwiegend emotional (und auf den Einzelfall bezogen). In der Technik spielen Emotionalität und Beliebigkeit bei Entscheidungen eine nicht zu leugnende Rolle, aber in deutlich geringerem Ausmaß – sie ist, zumindest tendenziell, auf die Rationalität verpflichtet. Das bedeutet nicht, dass alle Entscheidungen im Zusammenhang mit der Objektgestaltung nach ein und demselben Modus getroffen werden. Letztlich müssen aber die relevanten Bestimmungen einem „Charakter" folgen, damit eine Handlung als „technisch" oder als „künstlerisch" attribuiert werden kann.

Technikstile

Die Vielfältigkeit der Wertesysteme führt dazu, dass innerhalb der domänenspezifischen Ausprägungen von Entscheidungsprozessen unterschiedliche Stile entstehen. Weingart beschreibt national geprägte Technikstile am Beispiel der Turbinenentwicklung in den USA und in Frankreich (Weingart 1988, S. 146). Er unterscheidet drei Stadien nationaler Beeinflussung auf Gestaltungen: Die Art und Weise, auf das Ausgangsproblem zu reagieren, sieht

er situativ-lokal geprägt; in der technischen Umsetzung überwiegt dann der Rückgriff auf den internationalen Pool an Lösungsmöglichkeiten; die daraus ausgewählte Variante wird wieder entsprechend des Handlungsumfeldes angepasst (vgl. ebd.). Mit einem rational-deterministischem Verständnis – es wird immer die rational betrachtet optimale Variante gewählt (so sie überhaupt existiert) – können solche stilistischen Unterschiede nicht erklärt werden.

Auch in der alltäglichen Techniknutzung lässt sich der Effekt der Stilbildung erkennen. Produkte führen den Nutzer über ihre Gestaltung. Eigentlich müsste das zu immer größerer Ähnlichkeit im Handling führen. Einfache Alltagsbeobachtungen technischer Nutzungen offenbaren aber eine große Vielfalt; es finden sich Belege für den Effekt der Angleichung und für den der Diversifizierung. Ein Beispiel für die uniformierende Wirkung: Seit der massenhaften Verbreitung von Smartphones führt eine Terminabsprache zu einem typischen Nutzungsgestus. Das Gerät wird in die eine Hand gelegt, es folgt ein wiederholtes Wischen oder Streichen mit dem Zeigefinger über das Display, manchmal zum Aufspreizen von Daumen und Zeigefinger und anschließend zum Tippen auf den Bildschirm. Hier prägt die technische Gestaltung des Objektes die Handlungsform, die Nutzer scheinen einer gemeinsamen Choreographie zu folgen. Ein Beispiel für die Diversifizierung: Füßler stellt die Ergebnisse einer Studie dar, wonach bis 2003 deutsche und amerikanische Handynutzer noch vergleichbare Mengen an SMS gesendet haben. Von da an ist in den USA ein sprunghafter Anstieg zu beobachten, 2011 sendeten Amerikaner zehnmal so viele SMS wie Deutsche. Innerhalb der Gruppe der amerikanischen Nutzer wiederum gibt es große Unterschiede: Während 13- bis 17-Jährige durchschnittlich 114 SMS pro Tag verschicken, tun das 30- bis 49-Jährige nur zehnmal (Füßler 2012, S. 43).

Auf Weingarts soziologische Sicht bezogen: Das Bedürfnis nach einer Konzentration organisatorischer und kommunikativer Funktionen in einem einzigen Gerät führt zur Nutzung von Smartphones. Die Technologie folgt einem internationalen Standard, was aber nicht zu einer uniformen Nutzungsweise führt, sondern zu Typenbildungen, zu Nutzungsschemata, die unterschiedlich geprägt sein können: national, historisch, sozial, biographisch usw. Die Entscheidungen der Nutzer beginnen mit dem Kauf, der eine Reihe von Handlungsformen nach sich zieht, bei denen der Bediener nicht mehr völlig autonom entscheidet, sondern teilweise vom Artefakt „gesteuert“ wird. Weingart führt das Ausmaß, in dem Handlungen durch technische Gestaltungen geprägt werden, auf den Grad an Institutionalisierung des Kontextes zurück, innerhalb dessen die Handlung erfolgt. Er bezieht sich auf Untersuchungen von Hug-

hes, der zeigen konnte, dass im professionellen Handlungsumfeld eine geringere Individualität und dafür eine stärkere „handlungsnormierende Gewalt der Technik“ zu erkennen ist (Weingart 1988, S. 163). Dementsprechend sollte der Blick auf technische Handlungen nicht nur nach dem kulturellen Umfeld differenzieren, sondern auch danach, ob eine Handlung in professionellem oder laienhaftem Kontext ausgeführt wird.

Was macht eine Handlung zu einer technischen?

Unter den bisher entwickelten Überlegungen lässt sich eine Handlung noch nicht als technisch oder nicht-technisch bestimmen. Dabei helfen auch inhaltliche Bezüge nicht weiter. Wenn Ropohl definiert: „So schlage ich vor, immer dann, und nur dann, von ‚Technik‘ zu sprechen, wenn Gegenstände von Menschen künstlich gemacht und für bestimmte Zwecke verwendet werden [...]“ (Ropohl 2009, S. 30), dann gelangt er nicht über das „Rhinozerus-Problem“ hinaus: Das Herstellen und Verwenden von Gegenständen zu Zwecken erfolgt auch im künstlerischen Handeln, ist also kein hinreichendes Merkmal. Der Künstler gestaltet mit den Artefakten *Pinsel* und *Tempera* auf dem Artefakt *Leinwand* ein künstlerisches Artefakt.

Ein weiterführender Gedanke findet sich in der Technikdefinition von Tuchel:

„Technik ist der Begriff für alle Gegenstände und Verfahren, die zur Erfüllung individueller oder gesellschaftlicher Bedürfnisse
auf Grund schöpferischer Konstruktionen geschaffen werden, durch definierbare Funktionen bestimmten Zwecken dienen und insgesamt eine weltgestaltende Wirkung haben.“ (Tuchel 1967, S. 24, Absatzgestaltung wie im Original)

Hier ist es vor allem ein Parameter, der weiter führt: Das Zurückgreifen auf *definierbare Funktionen*. Dieses würde kaum ein Künstler für sein Schaffen gelten lassen, sodass es zumindest geeignet scheint, technische Schöpfungen von künstlerischen zu unterscheiden.

An vergleichbarer Stelle setzen, so Grunwald, die Technikwissenschaften an. Sie charakterisieren Technik über die Regelhaftigkeit von Handlungsvollzügen. Dementsprechend wäre ein Tätigkeitsmodus, der als techniktypisch bezeichnet werden kann, das Befolgen von Regeln, die auf das „Immer-wieder-Gelingen einer Handlung unter bestimmten Bedingungen“ abzielen (Grunwald 2010, S. 117). Auch dieser Ansatz soll an einfachen Beispielen überprüft werden. Das Aufhängen eines Bilderrahmens im Wohnzimmer erfordert den Einsatz technischer Mittel – i. d. R. werden Nägel und ein Hammer genügen. Nun fällt es schwer, das unachtsame Aufhängen im selben Maße als technisch zu charakterisieren wie dasjenige, mit dem der Nutzer das Erfüllen seiner Absicht wahrscheinlicher macht, indem er die Umge-

bungsbedingungen präzisiert und einbezieht: Das Bild soll horizontal hängen, mittig an einer Wand oder über einem Möbel; wenn es ein bestimmtes Gewicht überschreitet, empfiehlt sich der Einsatz von Dübeln und Schrauben; bei Leichtbauwänden eignen sich bestimmte Dübel besser als andere; in der Wand verlaufende Strom- oder Wasserleitungen sollen nicht beschädigt werden. Wird all das berücksichtigt – zu jeder der genannten Rahmenbedingung gibt es geeignetere und weniger geeignete Ausführungsvarianten -, so wird der Ausgangswunsch besser erfüllt und mit größerer Sicherheit herbeigeführt werden können, unerwünschte Folgen werden vermieden. Durch das systematische Ermitteln der Anforderungen und der Umgebungsbedingungen wird die Handlung nicht „irgendwie" ausgeführt, sondern so, dass sie mit möglichst großer Wahrscheinlichkeit zur Zufriedenheit führt. In diesem Sinn kann Grunwalds Akzentuierung des Begriffs „technisch" in Richtung einer *Strategie der Effektivität* verstanden werden. Auf einen einfachen Nenner gebracht: Wer ohne Umsicht und Aufmerksamkeit einen Nagel in die Wand schlägt, bedient sich technischer Mittel, handelt aber nicht mit der in der Technik *üblichen* Sorgfalt. Das einer Handlung zugeordnete Merkmal *technisch* wäre demnach ein qualitatives, das in unterschiedlicher Ausprägung vorliegen kann. Der technische Charakter einer Handlung kann so auf einer Skala der bewusst herbeigeführten Effektivität angeordnet werden. Ihr Nullpunkt läge bei der zweckorientierten, aber unachtsamen Handlung, ihr Pluspol bei einer zweckrationalen Ausprägung auf professionellem Niveau.

Grunwald erkennt durchaus die begrenzte Reichweite dieses wissenschaftlichen Ansatzes. Wenn er den Modus des Immer-wieder-Gelingens als „Reflexionsbegriff für den *Grad an Situationsinvarianz* von Zweck-Mittel-Relationen" (a. a. O., S. 118) bezeichnet, dann zeigt er ein Technikverständnis, das von instrumenteller Vernunft geprägt ist. Die Formulierung klingt zunächst, als ob sich das Gelingen verfahrenstechnisch herbeiführen ließe. Er verweist darauf, dass dies in sozial bzw. politisch geprägten Handlungssituationen nur eingeschränkt gültig ist, dass dort Regeln mit deutlich geringerer „Härte" gelten (vgl. ebd.). Er argumentiert, dass mit zunehmendem Organisationsgrad einer Handlung auch ihr technischer Charakter zunehme.

Nun muss – neben der Einschränkung, dass soziale Kontexte nur bedingt determiniert sind – auf technische Kontexte verwiesen werden, in denen sich Handeln nicht sinnvoll auf Regelbefolgung reduzieren lässt. Überall dort, wo technische Kreativität ins Spiel kommt, greift die Bestimmung der Technikwissenschaften nicht. Ein Beispiel aus der Theorie des Erfindens: Zobel listet in einer Reihe von Fähigkeiten, die Erfindungsprozesse unterstützen, meh-

rere auf, die gegen eine ausschließlich regelhafte Zweck-Mittel-Kausalität gerichtet sind. Dazu gehören das divergente Denken, ein von traditionellem Denken unabhängiges Wertesystem, die Bereitschaft zum Finden ungewohnter Schlüsse oder das Zulassen von Irritationen (vgl. Zobel 2009, S. 12). Die Methodik des Erfindens kennt also Mechanismen, die ausdrücklich auf das Ausschalten regelbefolgenden Denkens abzielen. Sie finden in Situationen Anwendung, in denen die Regelbefolgung zu keinen zufriedenstellenden Lösungen führt, aber auch dort, wo aus wirtschaftlichen Interessen oder aus der puren Freude an der Weiterentwicklung neue Umsetzungen gesucht werden. Dass es Methoden zur Ausschaltung von Systematik gibt, widerlegt deren Bedeutung allerdings nicht grundsätzlich, sondern nur graduell.

Es lässt sich festhalten: Das Befolgen technischer Regeln ist ein typisches Merkmal mancher technischer Handlungen, aber nicht aller. Grunwalds Vorschlag, es als Reflexionsbegriff zu verstehen, kann gefolgt werden, da gerade in der gezielt herbeigeführten Abweichung seine Bedeutung hervorgehoben wird. In allen neuen Entscheidungssituationen ist (auch) der technisch handelnde Mensch darauf angewiesen, bar definierter Regeln neue Wege zu beschreiten. Dies kann nicht als „untechnisch“ charakterisiert sein, und es betrifft auch nicht nur sozio-politische Kontexte. Das „Immer-wieder-Gelingen unter bestimmten Bedingungen“ hat also selbst im professionellen technischen Handeln Grenzen, auf alltägliche Handlungszusammenhänge ist es nur sehr eingeschränkt übertragbar. Es scheint nicht hilfreich, diesen Modus als *notwendiges* Merkmal technischen Handelns zu verstehen, das Attribut „technisch“ würde sonst bis zur Unkenntlichkeit mit systematischem und methodischem Handeln verschmelzen.

3.1.3 Technik als Kulturbereich

Das Nachdenken über den Zusammenhang von Kultur und Technik hat eine lange Tradition, die in ihrer Zielsetzung oft eigentümlich war. Dort wurde seltener darüber diskutiert, wie beides ineinandergreift – häufiger wurde der Technik wegen ihrer instrumentellen Ausrichtung und der mit ihr verbundenen Materialität ein minderwertiger Status zugesprochen. Sie wurde der materialen und zweckgebundenen *Zivilisation* zugeordnet, die „schönen“ Künste und die Geisteswissenschaften dagegen der werteorientierten *Kultur*. Zum Überblick über diesen Diskurs sei auf Banse und Grunwald (2010), dort insbesondere auf den Beitrag von Hubig (2010) verwiesen. Ihm wird hier gefolgt und Technik als kulturelles Phänomen verstanden. Kroeber und Kluckhohns Begriffsbestimmung von Kultur wurde bereits zitiert. Sie

betont das Ineinandergreifen der ideellen und der materialen Seite, die Unauflösbarkeit des sinngeladenen Entstehungszusammenhangs zwischen Artefakten und Werten. Hinter der gestalteten Welt und den Gestaltungen selbst wird das kulturprägende Verhalten des Menschen gesehen. Technik entsteht nicht per se aus Bedarfen und Wünschen, sondern nur, wenn diese auf die Fähigkeit zur geistigen Strukturierung der Welt und auf den Willen zu ihrer Gestaltung treffen.

Dies führt zu der Notwendigkeit einer Ergänzung der mittelweiten Begriffsbestimmung. Über das Herstellen und Verwenden von Artefakten hinaus kennzeichnen kulturelle Leistungen das, was wir unter Technik verstehen. Wiesmüller listet auf: die Kunstfertigkeit der technischen Verwirklichung (manuell-handwerklich-ingeniös), die auf systematischem Wissen aufbauende Art und Weise der technischen Verwirklichung (ingenieurwissenschaftlich), die methodisch-regelgeleitete Weise des Wissensaufbaus in der Technik (epistemologisch) und die „Totalität der rationalen Methode, deren Effizienz alle gesellschaftlichen Tätigkeitsfelder der modernen Welt überlagert [...]“ (Wiesmüller 2006, S. 201; philosophisch und soziologisch). Vergleichbare Ergänzungen finden sich bei Tuchel (1967), der von dem Versuch, *Zufälle* so weit wie möglich *planbar zu* machen, von der *Freiheit verschaffenden Einsicht* und von der *gesellschaftlichen Verantwortung des Ingenieurs*[33] durch die allgegenwärtige Durchdringung der Welt durch die Technik spricht, oder bei Tondl in der bereits erwähnten Passage, in der er ein *ausreichendes Niveau an Wissen* als wesenhaft für technisches Vorgehen bezeichnet (Tondl et al. 2003, S. 21).

Wiesmüller entwickelt, aufbauend auf Schmayls Darstellung zum Gegenstandsbereich Technischer Bildung, ein Prinzipienmodell des Technikunterrichts (vgl. Wiesmüller 2006, S. 277 ff.), in dem diese Merkmale in Beziehung zueinander gesetzt werden. Er versteht Praxis und Theorie als grundlegende Dimensionen von Technik. Stark auf die Praxis ausgerichtet sind die grundlegenden technischen Vorgehensweisen des Herstellens und des Gebrauchens. Die Praxis ist eingebunden in die geistige Strukturierung der Welt, die in den Formen des rationalen Analysierens und des wachen Anschauens auftritt. Er stellt dies in folgender Abbildung dar:

[33] Alle kursiv formatierten Formulierungen sind Paraphrasierungen von Kapitelüberschriften bei Tuchel.

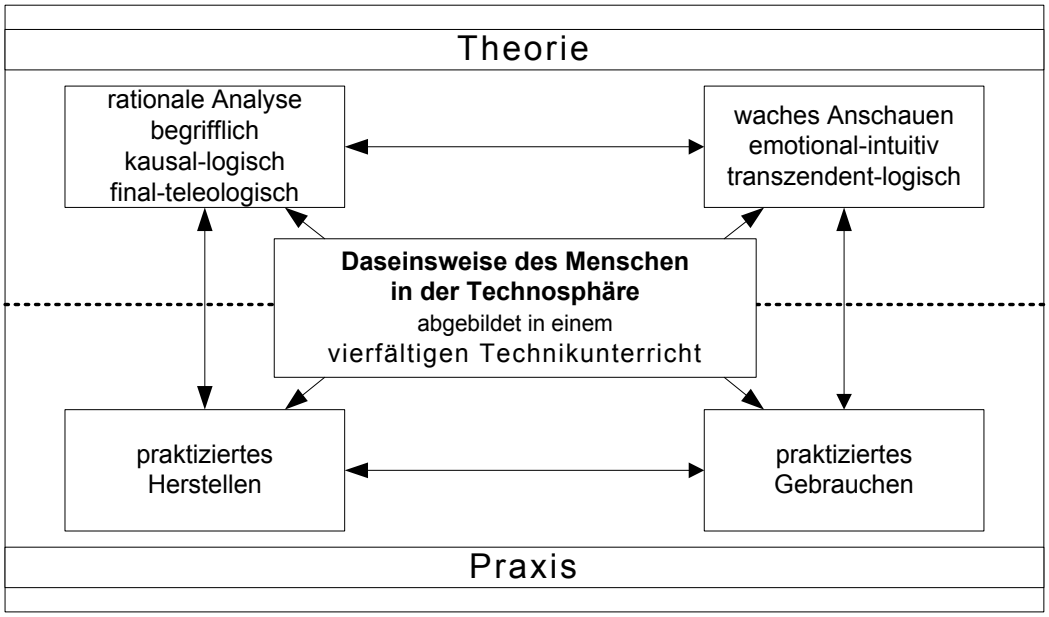


Abbildung 21: Prinzipien vierfältigen Technikunterrichts (in: Wiesmüller 2006, S. 278)

Die gestrichelte Linie zwischen den beiden Grunddimensionen macht kenntlich, dass es sich hierbei mehr um eine Verbindung als um eine Trennlinie handelt. Das Gebrauchen ist nicht zu trennen von Anschauung und Analyse, wenn sie auch mit unterschiedlichen Akzentuierungen auftreten. So kann in einem Moment der Nutzung das Anschauen überwiegen, im nächsten die Analyse. Das Herstellen[34] muss das Gebrauchen mitdenken, sonst entstehen schlecht nutzbare Dinge. Umgekehrt folgt der Nutzer im Gebrauchen, meistens unbewusst, den im Ding verwirklichten Lösungen des Konstrukteurs.

Es darf nicht übersehen werden, dass Wiesmüller hier Prinzipien von *Unterricht* abbildet, die andere Zieldimensionen enthalten als technische Handlungen. Im Technikunterricht sollen den Schülern Grunddimensionen und die Handlungs- und Erkenntnisweisen der Technik bewusst gemacht werden. Deshalb tauchen beiläufige Formen des Umgangs mit Technik, wie sie besonders in der Verwendung und in der Auflösung in alltäglichen Zusammenhängen vorkommen, nicht auf. Hier zeigt sich ein Grundproblem, das beim Versuch, eine Definition technischen Handelns zu leisten, auftritt: Der Umgang mit Technik hat jeweils spezifische Ausformungen, je nachdem, ob das Handeln in professionellen oder laienhaften Kontexten stattfindet. Während in professionellen Zusammenhängen die vier Weisen der Praxis und Theorie als Maßstab angesehen werden können, gilt dies in alltäglichen Kontexten für die praktische Dimension, aber nur bedingt für die theoretische. Das rationale Durchdringen von

[34] Mit Herstellen ist der gesamte Bereich der Technikgenese gemeint, das Entwickeln, Konstruieren und Fertigen.

Technik steht dort oft hinter dem unreflektierten Akzeptieren zurück, das beiläufige Konsumieren ist vor dem wachen Anschauen sicher der Regelfall.

3.1.4 Zusammenfassung

Voraussetzung für eine Annäherung an den Begriff des technischen Handelns ist, dass über einen tragfähigen Begriff von Technik verfügt werden kann. Sie wird hier als weltgestaltende, kulturelle Äußerung und Verwirklichung des Menschen gesehen und in mehreren Betrachtungsebenen erfasst:

Auf der *personalen Ebene* werden die bedürfnisbefriedigenden und die für die Persönlichkeitsentwicklung bedeutsamen Funktionen von Technik betrachtet. Auf der *sozialen Ebene* wird die Wirkung von Technik auf die Gemeinschaft der Menschen erfasst, aber auch ihre Funktion bei der Interaktion zwischen den Menschen. Die *materiale Ebene* ist die der zweckerfüllenden Artefakte sowie aller Hilfsmittel und Einrichtungen, die mit ihnen in Zusammenhang stehen. Die *epistemologische Ebene* umfasst das Wissen, das für das Hervorbringen, Distribuieren, Nutzen und Auflösen der Artefakte zur Verfügung steht. In der *handlungsbezogenen Ebene* werden die hervorbringenden, distribuierenden, nutzenden und auflösenden Tätigkeiten betrachtet. Hier müssen die Handlungen technischer Laien und die von Professionellen unterschieden werden, da sie stark differierenden Rahmenbedingungen unterliegen. Die Bewertung technischer Handlungen orientiert sich in all diesen Fällen sowohl an der Zweckmäßigkeit der verwirklichten Lösungen als auch an ihrer Effektivität.

3.2 Zum Kontext technischer Handlungen

Technische Handlungen sind in Lebenssituationen und damit in deren Sinnzusammenhänge eingebunden. Dabei gibt es große Unterschiede zwischen privaten und beruflichen Handlungskontexten.

3.2.1 Handeln in technischen Berufen

Grunwald stellt verschiedene Verwendungen des Begriffs des technischen Handelns in der technikwissenschaftlichen Literatur dar (vgl. Grunwald 2006b, S. 59 f.):

Er wird dort zum einen als Handeln *im Rahmen der Zweck-Mittel-Rationalität* verstanden. In diesem Fall wäre eine Handlung technisch, wenn sie nicht beliebig durchgeführt wird, sondern aufgrund bewusster Entscheidungen im Hinblick auf die Frage, mit welchen Mitteln sich der Zweck am besten und am effektivsten erreichen lässt. Zweitens wird alles Handeln,

das *unter Verwendung gegenständlicher Technik* erfolgt, als technisch bezeichnet. Und drittens wird darunter Handeln *im Kontext technischer Berufe* gesehen. In diesem Sinn wäre es begrenzt auf das Handeln von Ingenieuren und Facharbeitern mit von Berufsverbänden anerkannten Qualifikationen. Mit dieser berufsgruppenbezogenen Definition sind nicht nur Handlungen, die mit dem Entwickeln, Herstellen, Verteilen, Verwenden und Auflösen technischer Systeme zusammenhängen, sondern auch berufstypische Aufgaben wie das Präsentieren von Arbeitsergebnissen oder das Führen von Beratungsgesprächen erfasst. Dies macht, so Grunwald, diese Begriffsverwendung interessant für die Technikwissenschaften, deren Gegenstand zu einem bedeutenden Teil Handeln in professionellen Kontexten ist (vgl. ebd.).

Es ist zunächst naheliegend, Handeln in technischen Berufen als technisches Handeln zu definieren – wo sonst wenn nicht dort wäre eine eindeutige Zuordnung möglich? Als generelles Bestimmungsmerkmal eignet es sich aber nicht, da zahlreiche technische Handlungen ausgeschlossen würden: Alles Handeln im Sinne des Technikbegriffs großer Reichweite, aber auch das Nutzen von Sachsystemen durch Laien. Streng genommen wäre sogar das berufliche Nutzen des Computers durch einen Facharbeiter eine technische Handlung, egal wie dilettantisch er dabei vorgeht, das private Nutzen derselben Person dagegen nicht. Die Nutzung eines Computers durch einen Bankangestellten wiederum wäre keine technische Handlung, da er keinen technischen Beruf ausübt, egal ob die Nutzung in privatem oder beruflichem Zusammenhang erfolgt.

Um die sich hier öffnenden Fragen klären zu können, sollen Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Handlungen in diesen beiden Kontexten bestimmt werden.

3.2.2 Handeln in schwach und stark institutionalisierten Kontexten

Im Alltag verlaufen technische Handlungen, je nach Voraussetzungen des Handelnden, je nach der Gefahr, die mit ihnen verbunden ist und auch je nach dem finanziellen Wert der verwendeten Mittel, mehr oder weniger bewusst und sorgfältig ab. Der Nutzer kauft ein neues Gerät, liest vor der ersten Benutzung die Bedienungsanleitung, folgt der Anleitung anfangs eng, schnell aber nur noch vage. Oder aber er lässt sich von jemandem, der mit dem Gerät vertraut ist, in die Bedienung einweisen. Wenn die Standardfunktionen erprobt sind, wird der Umgang mit ähnlichen Funktionen parallel zur Verwendung eingeübt. Geübte Nutzer kennen die verschiedenen Teilfunktionen des Sachsystems, erkennen Abweichungen vom Idealzustand besser und reagieren gezielter als Ungeübte; sie haben Bedienungswissen aufgebaut.

In beruflichen Zusammenhängen, sowohl in der alltäglichen Praxis als auch in der Ausbildung bzw. im Studium, wird neben dem Bedienungswissen auch Funktions- und Konstruktionswissen aufgebaut. Abläufe werden systematisch eingeübt, eine ständige „Anreicherung" der Praxiserfahrungen mit Wissen und des Wissens mit Praxiserfahrung findet statt.

Allerdings ist fraglich, ob damit Unterscheidungsmerkmale zwischen dem technischen Handeln von Laien und von Professionellen gefunden sind. An einigen Beispielen können Passungsprobleme aufgezeigt werden: Haasler zeigt, dass in den Lehrwerkstätten auf Aufgabenstellungen („Trainingsprojekte") zurückgegriffen wird, die auf isolierte Fertigkeiten abzielen und die mit typischen Problem- und Handlungssituationen der technischen Berufe wenig Gemeinsamkeit haben (vgl. Haasler 2004, S. 206 ff.). Das Einüben technischer Handlungen bezieht sich dort nicht auf reale berufliche Kontexte. Zweitens setzen Laien Technik nicht selten auf professionellem Niveau ein. So nutzen Unternehmen seit Jahren die Fähigkeiten von Hackern, weil sie teilweise eine höhere Professionalität entwickelt haben als die ausgebildeten Fachkräfte. Das Attribut „professionell" ist in solchen Fällen nicht an eine Berufsausübung gebunden. Drittens setzen Fachkräfte technischer Berufe regelmäßig Sachsysteme ein, an denen sie nicht ausgebildet wurden. Außerdem bezieht sich ihre Professionalität meistens nur auf einen kleinen Ausschnitt möglicher Handlungen mit Sachsystemen. So wird ein Konstrukteur eine Maschine, an deren Entwicklung er beteiligt war, selten auf professionellem Niveau bedienen können.

Insgesamt lassen sich zahlreiche Belege dafür finden, dass die Unterscheidung zwischen beruflichen und alltäglichen technischen Handlungen nur schwer zu führen ist – dass von „beruflichem Alltag" gesprochen wird, zeigt bereits die begrenzte Reichweite. Dasselbe trifft für die Unterscheidung zwischen professionellem und laienhaftem technischen Handeln zu. Die Schwierigkeiten resultieren erstens aus dem ungeklärten Begriff der Professionalität, der das Fachmännisch-Gekonnte genauso abdeckt wie das Berufsmäßige. Zweitens haben sie Ursachen darin, dass jedes technische System auch laienhaft bedient werden kann. Der zum Hebel umfunktionierte Schraubendreher erfüllt in entsprechenden Zusammenhängen einen Zweck, wenn er auch danach vielleicht nicht mehr den für ihn vorgesehenen erfüllen kann. Selbst beim Lösen einer Schraube mit einem Schraubendreher kann laienhaft im Sinne von technisch unzweckmäßig vorgegangen werden. Wer eine festsitzende Holzschraube mit einem Feinmechanikerwerkzeug löst, handelt nicht mit technischem Sachverstand, aber zweckgerichtet unter Einsatz von Werkzeug.

Ausgangspunkt der weiteren Überlegungen soll das Beispiel des Hackers sein, der im Auftrag eines Unternehmens Sicherheitslücken sucht. Er nutzt Sachsysteme, verfolgt einen Zweck und seine Entscheidungen folgen einer rationalen Logik. Außerdem besitzt er Wissen über das Sachsystem, mit dem er sich beschäftigt, er kennt relevante Ursache-Wirkungszusammenhänge, aber auch die rechtlichen Rahmenbedingungen. Er handelt also innerhalb eines Orientierungsrahmens, an dem sich auch eine ausgebildete Fachkraft ausrichten würde. Und er handelt auf professionellem Niveau. Inwiefern handelt er aber professionell?

Joerges schlägt als Merkmal zur Spezifizierung beruflicher Handlungskontexte den *Grad der Institutionalisierung* vor. Professionelles Handeln ist demnach systematisch, es ist darauf ausgerichtet, einem „Wertehorizont technischer Normen" (Joerges 1988, S. 37) zu entsprechen, der durch „Zuverlässigkeit, Sicherheit, Vermeidung schädlicher Nebenfolgen, Eindeutigkeit der Wirkung, Leistungssteigerung, Bedienbarkeit" abgesteckt werden kann (ebd.). Alltagshandeln dagegen ist nicht in dem Maße an institutionell definierte Handlungsmuster gebunden. Es ist über die „Mensch-Maschine-Schnittstellen" (Bedienelemente, Blickführung, nutzungsorientiertes Design, Bedienungsanweisungen) durchaus systematisch geführt; seine Wertmaßstäbe sind aber interpretationsoffen, selten können sie expliziert werden. In technischen Mitteln wird nicht nur ihre Instrumentalität gesehen, sondern auch ihre ästhetische Expressivität, die Möglichkeit, durch ein Nutzen eines Sachsystems bestimmte Persönlichkeitsfacetten in symbolischer Form darzustellen. Während professionelles Handeln durch Formalisierung geprägt ist, überwiegt beim Alltagshandeln die Ritualisierung (vgl. a. a. O., S. 42 f.).

Ein Spannungsfeld entsteht dadurch, dass technisches Alltagshandeln über die Geräte, die es nutzt, in professionelle Zusammenhänge eingebunden wird. Sie sind „funktionsgeladen" (Hörning 1988, S. 56), die in ihnen materialisierten Absichten und Nutzungsvorschläge drängen dem Nutzer die Logik des Entwicklers auf. Der Handelnde muss ihr nicht zwangsläufig folgen, wird es, unbewusst oder bewusst, in vielen Fällen jedoch tun. Außerdem kann selten ein Sachsystem alleine und isoliert verwendet werden, meistens ist es in technische Netzwerke eingebunden. Um die Waschmaschine einsetzen zu können, müssen Waschmittel, Pflegezusätze und Messbehälter zur Dosierung verwendet werden, es muss auf technisch aufbereitetes Wasser und auf elektrische Energie zurückgegriffen werden. Der Nutzer wird lernen, die Waschmaschine so zu pflegen, dass er den teuren Kundendienst selten in Anspruch nehmen muss.

Hörnig sieht eine dichotomische Entwicklung in der alltäglichen Nutzung technischer Systeme. Auf der einen Seite findet eine *Trivialisierung von Technik* statt, da auch Laien in die Lage versetzt werden, Systeme zu bedienen, die zuvor Fachleuten vorbehalten waren. Das führt dazu, dass Computer und ihre Peripheriegeräte werkseitig so ausgerichtet sind, dass sie auch von Laien in Betrieb genommen werden können. Ultraschall-Reinigungsgeräte oder medizinische Diagnoseapparaturen wie Blutdruckmessgeräte werden seit längerem im Discounthandel vertrieben, sie mussten dazu auf die Handhabung durch Laien abgestimmt werden. Auf der anderen Seite kommt es zu einer *Technisierung des Alltags.* Immer stärker werden Menschen dazu verleitet, manchmal auch dazu gedrängt, bestimmte Technologien einzusetzen. Wer keine Mailadresse nutzt, ist nicht einfach von irgendwelchen, sondern von gesellschaftlich zentralen Kommunikationsmöglichkeiten ausgeschlossen. Dass Handys alltäglich sind, hat dazu geführt, dass kaum noch öffentliche „Fernsprecher" zu finden sind. Wer von unterwegs telefonieren möchte, ist nun nahezu gezwungen, sich ein Handy zu kaufen. Die Gefahr, dass die Verwender von Technik zu passiv Betroffenen werden, besteht nicht abstrakt, sondern ganz konkret; Einflussmöglichkeiten und Abhängigkeiten werden täglich neu austariert, und das unter denkbar großen Unterschieden, was das Potential an Macht bei den Beteiligten betrifft.

Es liegt nahe, Ursachen für das häufig geäußerte Ohnmachtsgefühl gegenüber „der Technik" in der parallel verlaufenden Entwicklung der Trivialisierung und Technisierung des Alltags zu suchen. Rammert spricht davon, die Verwendung von Technik setze „eine Beteiligung der Akteure an der Entwicklung voraus, entweder durch stilles Einverständnishandeln oder als offene kulturelle Überzeugungsbewegung, die beide auf der Koordinations- und Interpenetrationsleistung [sic] des ‚kulturellen Modells' basieren." (Rammert 1988, S. 197) Als „kulturelles Modell" bezeichnet er die Handlungsorientierungen der Menschen, die Traditionen, wie sie Sachsysteme nutzen, aber auch die Entwicklungen, die verändertes Nutzerverhalten auslösen. Er konstatiert eine wechselseitige „Durchdringung der mehrdeutigen Lebenspraxis mit den Rationalitäten der eindeutig organisierten Handlungssysteme" (a. a. O., S. 172) und führt das Herausbilden von verschiedenen Lebensstilen im Zusammenhang mit der Nutzung von Technik auf diese Wechselbeziehung zurück.[35]

Die kaum zu leistende Trennung von professionellem und nicht-professionellem Handeln schlägt sich bis in die Normen zum Erstellen von Bedienungsanleitungen nieder. In

[35] Mit diesem Blick auf die versuchte Engführung „mehrdeutiger Lebenspraxis" durch die Anbieter von Technik liefert Rammert nicht zuletzt wichtige Argumente in der Debatte um die Notwendigkeit technischer Allgemeinbildung.

EN 62079 (EN 62079, 26.10.2005: „Erstellen von Anleitungen“) wird in folgenden Zusammenhängen zwischen Laienhandeln und professionellem Handeln unterschieden:

- Handlungen: Bei bestimmten Tätigkeiten wird vorausgesetzt, dass sie überwiegend in professionellem Kontext stattfinden. So wird für die Inbetriebnahme einer Anlage auf eine evt. notwendige Schulung des Bedienerpersonals hingewiesen, bei der Instandhaltung werden Angaben zu Überwachungs-, Wiederherstellungs- und Justiermaßnahmen gemacht (a. a. O., S. 10).
- Qualifikationen: Allgemein setzt die Norm einen relativ hohen Standard an Fähigkeiten von Nutzern. Von ihnen wird, neben der Fähigkeit, das Produkt in Betrieb nehmen und einsetzen zu können, erwartet, dass sie „Tätigkeiten vom Reinigen bis zur Außerbetriebnahme am Ende der Lebensdauer des Produkts“ (a. a. O., S. 12) nicht nur durchführen, sondern dass sie dabei nach bestimmten Regeln vorgehen. Es wird nicht von einem desinteressierten, achtlosen Nutzer ausgegangen, sondern von einem, so könnte man sagen, technisch gebildeten. Von Fachkräften wird gesprochen, wenn sie eine einschlägige Ausbildung durchlaufen haben, über Erfahrung verfügen und, anders als Laien, Fachbegriffe in der vorgesehenen Präzision verstehen. Da angenommen wird, dass Laien bei bestimmten Arbeiten über kein Bewusstsein für damit verbundene Risiken verfügen, wird mit Nachdruck empfohlen, Instandhaltungsanleitungen nicht nur zielgruppenorientiert zu formulieren, sondern Anleitungen für Fachkräfte, „die ein bestimmtes technisches Wissen oder besondere Ausbildungen erfordern“ (a. a. O., S. 23), Laien erst gar nicht zur Verfügung zu stellen.

Das Konzept von Professionalität hinter dieser Norm besteht zum einen in der Annahme eines größeren Wissensrepertoires und zweitens wird davon ausgegangen, dass in der Berufsausbildung und –praxis bestimmte Handlungsformen regelhaft gelernt werden. Dies deckt sich weitgehend mit wissenschaftlichen Konzepten von Professionalität, in denen reines Befolgen von Regeln nicht als hinreichend bewertet wird, sondern erst eine „eigenständige Interpretation, die Deutung von Handlungssituationen sowie ein flexibles, vernetztes Handeln.“ (Gieseke, S. 1) Gieseke betont die Verantwortung, die mit fachmännischen Handlungen verbunden ist und erhebt damit einen berufsspezifisch ethischen Anspruch an den Handelnden.

Es muss noch einmal betont werden, dass hier zwei bestimmte Formen technischen Handelns voneinander abgegrenzt wurden. Wenn dabei der Fokus auf Ausführungen gelegt wurde, die große Fachkenntnisse und Fähigkeiten voraussetzen, so darf nicht der Eindruck ent-

stehen, nur mit hoher Kunstfertigkeit ausgeführte Handlungen wären technische. Dadurch würden besonders die Erstbegegnungen mit Technik nicht berücksichtigt.

3.2.3 Fundamentale technische Handlungen

Schadewaldts Formulierung, Technik sei ein Urhumanum, kann ontogenetisch wie phylogenetisch gelesen werden. Phylogenetisch hat sich das laienhafte technische Handeln zuerst entwickelt, die Beherrschung einer Verfahrensweise setzt einen Prozess voraus, der Phasen der Entwicklung, des Lernens, des Übens und des Optimierens enthält. All dies kann zu Beginn technischer Entwicklungen nicht gegeben sein. Der Ursprung des Begriffs *techné,* der das kunstvolle Flechten von Wandelementen im Hausbau bezeichnete, die nicht jeder beherrscht, sondern nur diejenigen, die es gelernt und geübt haben (vgl. Fischer 2004, S. 11), verweist darauf, dass mit technischen Handlungen immer auch ein Lernprozess verbunden ist.

Ontogenetisch kann ab dem Entwicklungsschritt, an dem Kinder Gegenstände manipulieren können, von technischem Handeln ausgegangen werden. Sie stoßen das Mobile an, um Lichteffekte oder Klänge zu erzeugen. Sie nutzen den Holzhammer, um das rechteckige Klötzchen doch noch in die runde Öffnung zu bekommen. Sie lernen, mit einem Löffel zu essen. Sie testen aus, wie hoch sie mit Bauklötzen bauen können und was passiert, wenn sie den schon schwankenden Turm in sich drehen. Kinder lernen mit technischen Bausätzen nach Anleitung etwas herzustellen, und sie entwerfen mit den dabei erworbenen Fähigkeiten neue Gegenstände nach eigener Vorstellung. Sie bauen sich aus Ästen einen Unterstand im Wald und flechten Gräser um die Äste, um ihre Konstruktion auszusteifen und winddicht zu machen.

Im technischen Handeln entwickelt der Mensch nicht nur motorisches Geschick, er konstituiert dadurch auch sein Selbst (intentionale Selbstentwicklung). Damit ist die zweite Dimension technischen Handelns angesprochen: Neben dem Erfüllen eines äußeren Zwecks dient es der Erfüllung der Aneignungs- und Vergegenständlichungsmotive (s. o.). In diesem Sinn ist eine fundamentale technische Handlung nicht nur eine Erstbegegnung mit einer bestimmten technischen Ausprägung der „Außenwelt“, sondern auch eine Erstbegegnung mit einer Fähigkeit, die der Handelnde in sich selbst entdeckt. Klafki zitiert Lehmensicks Bestimmung des Anfangs lernender Beschäftigung mit einer Sache: Sie sei nicht im „Ersten“, sondern im „Konkreten“ zu finden (Klafki 1964, S. 61), also in dem, was sich dem Handelnden unmittelbar stellt. In fundamentalen technischen Handlungen, so die Annahme, stellen sich ihm

neben den Aufgaben der „äußeren“ auch solche seiner „inneren Welt“, aber auch solche, die seine „innere Welt“ verbinden mit der „Welt der Anderen“ (Motive der Verbundenheit und der Autonomie).

Die Aufgaben der äußeren Welt sind der offensichtliche Anlass der technischen Handlung, das, was als Zweck bezeichnet wird. Die Aufgaben der inneren Welt stellt sich der Handelnde selbst (Entwicklungsaufgaben). Die Aufgaben, die gestellt sind, um den Handelnden mit den Anderen zu verbinden, sind ästhetisch-expressiver bzw. kommunikativer Natur. Oben wurde der hier ausgeführte Zusammenhang die *Zweck-Motiv-Mittelstruktur* einer Handlung genannt. Dem Zweck ist das Motiv an die Seite gestellt, bedenkend, dass die persönlichkeitsbildenden und sozial-kommunikativen Antriebe des Handelns nur selten bewusst sind und daher besser als Motiv denn als Zweck verstanden werden können.

An dieser Struktur anknüpfend, werden unter fundamentalen technischen Handlungen solche verstanden, die für den Handelnden eine konkrete neue Aufgabe zumindest in einer der drei Motivationsebenen darstellt, oft aber in zwei oder allen drei. Der Begriff des Fundamentalen ist nicht an ein Lebensalter gebunden. In jedem Alter können technische Handlungen ausgeführt werden, …

- mit denen der Handelnde Zwecke anstreben kann, die ihm bisher nicht möglich waren, etwa das Essen mit Besteck, das Autofahren, das Herstellen eines Objektes mithilfe einer Werkzeugmaschine, das Verschicken von Mails;
- mit denen die Person dadurch, dass sie sich im Bewältigen (oder auch im Scheitern) der Aufgabe des äußeren Zwecks erlebt, ihre Fähigkeiten und ihr Bewusstsein über sich erweitern kann;
- die spezifische Reaktionen des sozialen Umfeldes auslösen und die das Subjekt lernt, gezielt einzusetzen, um diese Effekte herbeizuführen oder zu vermeiden.

Es wird bewusst nicht von *elementaren* technischen Handlungen gesprochen, da der Begriff des Elementaren vielfältige Auslegungen auf unterschiedlichsten Ebenen erfahren hat, besonders in Bildungskontexten (vgl. Kapitel 5.2.4). Als fundamentale technische Handlung wird eine grundsätzliche neue technische Handlung verstanden. Damit ist verbunden, dass die Interpretation, ob eine Handlung eine technische oder eine fundamental-technische sei, von der Person aus gedacht werden muss. Wenn technische Handlungen auf domänenspezifischem Wissen aufbauen, so kann das nur im Rahmen bisheriger Erfahrungen des Handelnden entwickelt sein. Einen Modus des Immer-wieder-Gelingens kann es in fundamentalen Handlungen nicht geben.

Es bleibt an dieser Stelle eine offene Frage, die beantwortet werden muss, bevor eine Begriffsbestimmung erfolgen kann: Kann ein unbedachtes, unachtsames, bar jeden Wissens und bar jeder Rücksicht auf die Folgen ausgeführtes Hantieren mit Gegenständen als technisches Handeln verstanden werden? Wo liegt das Technische daran, wenn mit der Schlagfunktion der Bohrmaschine in einen Flachstahl gebohrt wird und weder das Geräusch noch das glühende Werkzeug noch der fehlende Erfolg den Ausführenden dazu veranlassen, seine Vorgehensweise zu ändern?

3.3 Modi technischer Handlungen

In einem Aufsatz aus der Übergangszeit der Fachdidaktik vom Werken zur Technik stellt Gunter Otto die Frage, inwieweit der Gegenstand Technischer Bildung mit der Sachtechnik zusammenfallen könne. „[...] Technik beruht auf Handlungsstrukturen. Technik oder technische Gegenstände sind nicht analysierbar im Sinne von menschenunabhängigen *Objekten*, sondern sind offenbar viel eher die Dokumentation und Vergegenständlichung menschlicher Handlungszusammenhänge, auf die man sofort wieder stößt, die man sofort wieder in Handlung zurückverwandelt, wenn man nach der Struktur jener Objektivationen fragt.“ (Otto 1970, S. 168) Er weist darauf hin, dass in einer Betrachtung technischer Systeme, die lediglich die Ebene der Sachstruktur und ihrer Wirkprinzipien beleuchtet, wesentliche Momente von Technik ausgeschlossen würden. Otto sieht eines der Momente in einer technikspezifischen Handlungsstruktur: „Konstitutiv für Technik scheint demnach die Fähigkeit des Menschen zu sein, *technoid* reagieren zu können. Nur von daher wird Technik in ihrer Gesamtheit verständlich.“ (a. a. O., S. 167). Vier Kennzeichen technischer Handlungsstrukturen nennt er: die Herkunft aus menschlichen Bedürfnissen, die Gestaltung natürlicher Materialien zu neuen Formen, die Vervielfältigbarkeit bzw. Wiederholbarkeit und die Verobjektivierung von Lösungen, sodass sie für andere erschlossen werden können (a. a. O., S. 168), was letztlich auch eine Voraussetzung für die Lehr- und Lernbarkeit technischer Handlungsstrukturen ist. Hier sind die Momente der Wiederholbarkeit und der Verobjektivierbarkeit, die mit Grunwald eingeführt wurden, in einem anderen Zusammenhang aufgeworfen. Grunwald an anderer Stelle: „Das Kriterium, einem Objekt das Attribut „technisch“ zuzuschreiben, ist direkt oder indirekt an die *Regelhaftigkeit* von Handlungsvollzügen gebunden [...]. Technisches Handeln [...] lässt sich danach durch die Figur der *technischen Regel* rekonstruieren. Technische Regeln stellen das Immer-wieder-Gelingen einer Handlung unter bestimmten Bedingungen in Aussicht. Sie formulieren Sätze über Regelhaftigkeiten, die innerhalb eines

Geltungsbereichs Geltung beanspruchen können, z. B. den Einsatz technischer Mittel betreffend, um bestimmte Ziele zu erreichen. Auf diese Weise wird menschliches Handeln ‚abgesichert', indem die Erwartbarkeit von Handlungsfolgen konstituiert wird." (Grunwald 2009, S. 2) Hier wird auf einem Verständnis von Technik aufgebaut, das von der Zuversicht geprägt ist, technische Produkte oder Prozesse könnten in einer ständigen, iterativen Weiterentwicklung bis an der Rand einer weitgehenden Kontrollierbarkeit optimiert werden. Dieses Verständnis taucht in den Technikwissenschaften in verschiedensten Zusammenhängen auf, beispielsweise in der Überzeugung, Entwicklungs- und Konstruktionsprozesse durch den Einsatz von Methoden determinieren zu können, oder in der Idee der „Zuverlässigkeitsbestimmung", bei der versucht wird, Zufallsprozesse mit wahrscheinlichkeitstheoretischen Modellen zu beschreiben und zu prognostizieren. Damit soll der Zufall selbst vorhersagbar gemacht und letztlich ausgeschlossen werden. Der Zusatz „unter bestimmten Bedingungen" steht in Gefahr, zu einem Anhängsel zu degenerieren, obwohl er eine entscheidende Konkretisierung ist. Inwiefern die Vorstellung einer absoluten Beherrschbarkeit „mehrdeutiger Lebenspraxis" lediglich als selbstbewusste Außendarstellung der Zunft gemeint ist oder zumindest in Teilen ihr Denken bestimmt, kann hier nicht geklärt werden.

Wenn auch in letzter Konsequenz das Postulat des Immer-wieder-Gelingens unter definierten Bedingungen nicht haltbar ist, nutzen Grunwald und Otto Attribute wie Erwartungssicherheit, Regelhaftigkeit, Vervielfältigbarkeit und Verobjektivierbarkeit, um das Wesentliche von Technik zu beschreiben. Folgerichtig müsste von einer höheren *Qualitätsstufe* einer technischen Handlung ausgegangen werden, wenn sie nicht einfach irgendwie abläuft, sondern auf einen optimalen Ablauf und ein optimales Ergebnis hin abzielt. Das hätte Konsequenzen für Bewertungen: Solchen in institutionalisierten Zusammenhängen würde per se eine höhere Qualität zukommen als Laienhandlungen, schlicht weil für erste das Know-how und die finanzielle Ausstattung vorhanden sind, höhere Qualitäten zu erzielen. Zweitens würden technische Handlungen, die auf einfachstem Weg zum Ziel führen, abgewertet gegenüber solchen, bei denen ein höherer Optimierungsaufwand betrieben wird. An konkreten Beispielen sollen die Folgen einer solchen Sicht ausgelotet werden.

3.3.1 Von der Zweckerfüllung zur Kunstfertigkeit der Handlung

Zwei Kinder wollen sich einen Apfel teilen. Sie versuchen zunächst, ihn mit bloßen Händen durchzubrechen, was ihnen aber nicht gelingt. Einer der beiden schlägt vor, ihn auf den Boden zu legen, mit dem Schuh zu zertreten und die Stücke aufzuteilen. Sie gehen dann aber

doch in die Küche, holen sich ein Messer und schneiden den Apfel in zwei Teile. Die Handlung ist zweckorientiert, in ihrem Verlauf wird die Entscheidung zwischen zwei Werkzeugen (Schuh und Messer) getroffen, und sie wird so abgeschlossen, dass der Bedarf erfüllt wird. Zunächst wird ein einfacher Weg erwogen. Als der ungünstig erscheint, wird eine Alternative gesucht, um zum Ziel zu kommen. Die erste wird verworfen, weil der Apfel dabei auch ungenießbar gemacht werden könnte. Es wird gewichtet, ob dieses Risiko schwerer wiegt als die Mühe, in die Küche zu gehen, und daraufhin wird eine Entscheidung getroffen. Unter welchen Annahmen kann das Ergebnis des sauber zerteilten Apfels besser bewertet werden als das des zertretenen?

Hier wird die Bedeutung Grunwalds Einschränkung „unter bestimmten Bedingungen“ deutlich. Wenn die Kinder nichts dabei finden, wenn beide vom selben Apfel abbeißen, dann wäre die unmittelbare Lösung die zweckmäßigste, weil sie mit dem geringsten Aufwand den Zweck erfüllt. Wenn sie das nicht wollen, aber weit nachhause laufen müssten, um ein Messer zu holen, dann wäre die Trittlösung sinnvoller als die Schnittlösung. Aber auch unter diesen Bedingungen lassen sich Abstufungen treffen. Wenn sie, ohne zu regulieren, mit voller Wucht auf den Apfel treten, dann wäre das Ergebnis schlechter, als wenn sie zunächst vorsichtig, dann mit zunehmender Kraft vorgehen. Wenn auch die unachtsame Lösung eine technische Handlung darstellt, kann diejenige, bei der der Bedarf präziser erfasst wird (genießbare Apfelstücke), die Bedingungen beachtet werden (die Härte des Apfels, des Schuhs und des Untergrunds) und Maßnahmen zum besseren Gelingen ergriffen werden (mit abgestimmter Kraft), doch als besser ausgeführt bewertet werden.

Allgemein betrachtet ist nicht so sehr das Immer-wieder-Gelingen ein Merkmal einer technischen Handlung, sondern das möglichst optimale Gelingen im Hinblick auf den Zweck. Grunwald betrachtet, dem Schwerpunkt seiner Publikation gemäß, technische Handlungen aus der Sicht der Technikwissenschaften, unter der die Bedingungen des Gelingens möglichst exakt erfasst werden sollen. Hier wird dagegen ein Verständnis gesucht, das technischen Handlungen sowohl in stark als auch in schwach institutionalisierten Kontexten gerecht werden kann. Zunächst geht es in einer technischen Handlung um das Erfüllen des Zwecks, dann um die Qualität des Ergebnisses (incl. der Folgen) und erst in nachfolgenden Positionen um eine systematische Erfassung der Bedingungen und um Wiederholbarkeit. In der Folge wird daher Joerges Formulierung der „Wertformeln des *guten Funktionierens*“ (Joerges 1988, S. 37) bevorzugt. Er bezeichnet damit den „Werthorizont“ technischer Normen, der die oben bereits zitierten Optimierungsformeln beinhaltet. Diese Attribute gehen

über die Wiederholbarkeit und Zuverlässigkeit hinaus, ohne aber per se an eine Professionalität gebunden zu sein. Auch alltägliche technische Handlungen *können*, diese Einschränkung muss bedacht werden, auf Zuverlässigkeit, Sicherheit usw. ausgerichtet sein. Es wird hier die These vertreten, dass technisches Handeln dadurch ausgezeichnet ist, dass in ihm zunächst das zweckerfüllende Funktionieren angestrebt wird, dass mit ihm aber auch ein bestimmter Ausführungsmodus verbunden ist – der kunstfertige nämlich, ein *Modus des guten Funktionierens*. Er ist eine Zieldimension technischen Handelns, weder ein hinreichendes Merkmal noch ein unbedingt notwendiges (wie im Apfelbeispiel deutlich wird). Er ist aber als Anspruch immer dort vorhanden, wo die Perspektive über die reine Bedürfnisbefriedigung hinausgeht. Ein Maßstab für die Güte einer technischen Handlung ist demnach, inwieweit sie auf das gute Funktionieren ausgerichtet ist. Daraus resultiert nicht, dass jeder beliebige Aufwand zur Optimierung betrieben wird. Bezugsgrößen sind die *Funktion* und die *Umgebungsbedingungen.* An ihnen muss die Qualität bewertet werden, und wenn die Funktion mit minimalem Aufwand erreicht werden kann, dann ist jede darüber hinausgehende Maßnahme nicht unbedingt erforderlich[36].

Der Zusammenhang zwischen den drei Handlungsmodi wird in Abbildung 22 dargestellt:

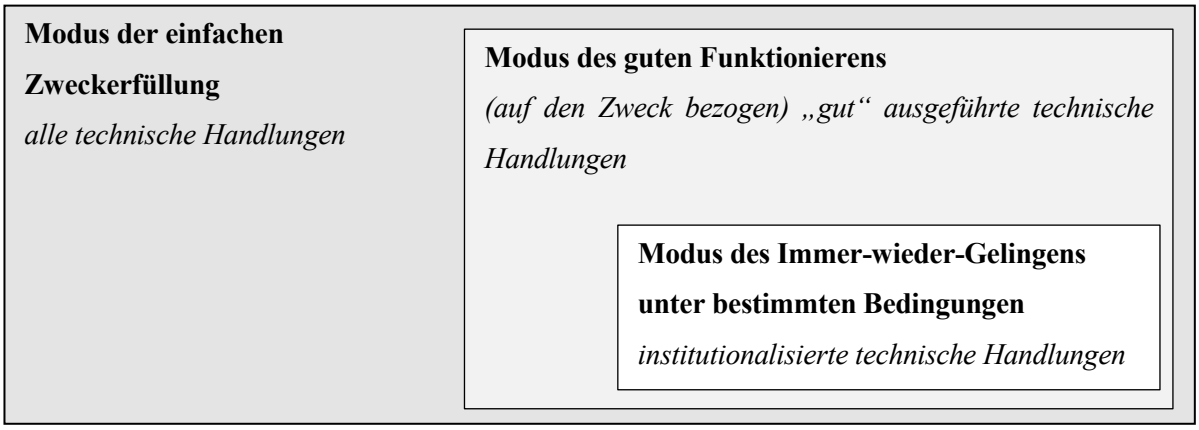


Abbildung 22: Modi technischer Handlungen

Grundlegendes Merkmal aller technischen Handlungen ist ihr finaler Charakter (Apfel aufteilen). Von einer gut ausgeführten technischen Handlung wird dann gesprochen, wenn sie so reguliert wird, dass die angestrebte Funktion auch in guter Art und Weise gegeben ist (Apfel so zerteilen, dass die Stücke noch appetitlich sind und dass sie nach Bedarf verteilt

[36] Oben wurde bereits auf die Unterscheidung zwischen teleologischem und deskriptivem Funktionsbegriff verwiesen. Fies fasst zusammen: „Unter einer Funktion versteht man in der Technik eine lösungs- bzw. realisierungsneutrale Beschreibung einer Operation, die Stoffe/Materialien, Energien und/oder Informationen von einem Ausgangs- in einen Zielzustand überführt [...]“ Fies (2011, S. 12). „Realisierungsneutral“ bezieht sich hier auf die Art der Umsetzung, nicht auf die Realisierung des Zwecks. Die Funktion bezeichnet das, wozu das System eingesetzt wird: Es zerteilt Äpfel, es spielt Musik ab, es transportiert eine Person von A nach B.

werden können). Wird ein Immer-wieder-Gelingen unter bestimmten Bedingungen angestrebt, müssen die Bedingungen systematisch erfasst und der Handlungsverlauf nach technischen Regeln und Normen ausgerichtet werden. Diese starke Institutionalisierung ist ein spezifisches Merkmal professioneller Kontexte und bildet den quantitativ kleinsten Teil technischer Handlungen (Äpfel einer definierten Menge unter Einhaltung lebensmittelhygienischer Bestimmungen und unter Beachtung ihrer Konsistenz in möglichst gleich große Stücke zerteilen und so aufbereiten, dass sie am Ende der Vertriebsdauer noch appetitlich aussehen und den gesundheitlichen Ansprüchen an Lebensmittel genügen).

Tondl weist darauf hin, dass die Kontrolle der Umweltbedingungen umso bedeutsamer wird, je komplizierter das Beziehungsgeflecht ist, in das eine Handlung eingebunden ist und je umfassender die Folgewirkungen sein können. Dann wird Wissen wichtig, das über den individuellen Zielkomplex hinausgeht, Wissen also, das sich auf Regeln, Instruktionen und Lösungsmodelle bezieht, die über die unmittelbare Handlungsumgebung hinaus wirksam sind („Wissen, dass…; Wissen, warum…; Wissen, wie…"; Tondl et al. 2003, S. 79). Auf der Grundlage des situationsspezifischen und situationsübergreifenden Wissens lassen sich Generalisierungen bilden, die Entscheidungskriterien vergleichbar machen und damit eine Bewertung ermöglichen, die individuelle Interessen übersteigt[37].

Wer bei der Bedienung seiner Waschmaschine den Härtegrad des Wassers nicht berücksichtigt, erfüllt sein Bedürfnis zunächst genauso wie jemand, der darauf achtet. Allerdings wird die Maschine des ersten Nutzers schneller Defekte aufweisen und der Waschmittelverbrauch wird höher liegen als nötig. Das wiederum hat Folgen, die über den Zweck des Wäschewaschens hinausgehen und die in eine Gesamtbewertung der Handlung einfließen. Wenn unter Technik nicht einfach Handlungen mit Gegenständen verstanden wird, sondern auch eine bestimmte Art und Weise der Ausführung, dann muss das Beachten von Kontextbedingungen und das kunstfertige, auf Optimierung abzielende Ausführen besser bewertet werden als ein achtloses.

Das zeigt sich u. a. in der Erwartungshaltung, die an technische Objekte und Prozesse gestellt werden. Sie müssen nicht immer vollständig funktionieren – kurzfristige Ausfälle werden meistens akzeptiert. Sie müssen aber so funktionieren, dass der Nutzer das Gefühl haben kann, dass alles Menschenmögliche getan wurde, um sie möglichst reibungslos funktionieren zu lassen. Der technischen Regel kommt dabei eine nicht unbedeutende Aufgabe zu.

[37] Krampen stellt dar, dass besonders in „schlecht strukturierten, subjektiv neuartigen Handlungsbereichen" subjektives Wissen eine besondere Wirksamkeit erlangt, solange kein objektives Wissen zugeordnet werden kann (Krampen 1997, S. 735).

3.3.2 Die Bedeutung von Regeln in technischen Handlungen

In technischen Regeln werden Sachzusammenhänge verdichtet und verfügbar gemacht. Ihre Grundlagen sind Erfahrungswissen, etwa empirisch ermittelte Messdaten, und Gesetzeswissen, ausgedrückt beispielsweise in Mathematisierungen von Zusammenhängen. Technische Regeln beschreiben erprobte Wege und stellen ein gutes Funktionieren in Aussicht. Das Befolgen von Regeln ist kein Selbstzweck, es kann sogar zu einem schlechteren Ergebnis führen, wenn Regeln schematisch angewandt werden. Dass sie ein wichtiges Mittel zum Zweck sind, aber auch nicht mehr, kann als konsensfähig angenommen werden. Beispielsweise gehen Dreyfus und Dreyfus davon aus, dass Anfänger ihr Verhalten streng an Regeln ausrichten, mit zunehmender Erfahrung dann aber unter Beachtung der Kontextbedingungen davon abgewichen wird. In Tabelle 5 werden die Zusammenhänge dargestellt:

	Novize	*Fortgeschrittener*	*Kompetenzstadium*	*Könner*	*Experte*
Berücksichtigte Elemente	kontext-frei	kontext-frei und **situational**	kontext-frei und situational	kontext-frei und situational	kontext-frei und situational
Sinn für das Wesentliche	nein	nein	**erarbeitet**	**unmittelbar**	unmittelbar
Wahrnehmung der Gesamtsituation	analytisch	analytisch	analytisch	**holistisch**	holistisch
Bestimmung des Verhaltens	durch Regeln	durch Regeln und Richtlinien	durch extensive **Planung**	durch begrenzte Planung	**intuitiv**

Tabelle 5: Das Modell des Fertigkeitserwerbs von Dreyfus/Dreyfus (zit. nach Neuweg 2004, S. 133)

Dreyfus und Dreyfus gehen davon aus, dass strukturelle Zusammenhänge von Experten holistisch, als ganzheitliches Bild wahrgenommen werden und nicht mehr über den Umweg der Rückversicherung auf ausformulierte Regeln. Der Sachverhalt, den die Regeln ausdrücken, wird intuitiv erfasst, das Verhalten entsprechend angeglichen. Regeln sind auf Allgemeingültigkeit hin angelegt, dieser Anspruch kann aber nur in Abhängigkeit von der Kenntnis der Umgebungsbedingungen eingelöst werden. Wer die besonderen Merkmale der Situation nicht wahrnimmt, sondern starr nach Regeln handelt, verkennt deren Abbildungsfähigkeit in Bezug auf die Wirklichkeit. Dreyfus und Dreyfus sprechen von Könnern, wenn zwischen Wesentlichem und Unwesentlichem unterschieden werden kann, sodass bei den Regeln nur das berücksichtigt wird, was „situational“ relevant ist. Technisches Wissen ist, so eine Formulierung von Kornwachs, nur „bedingt präskriptiv, indem es Terme des Wollens (Ziele) und Sollens (conditioned technical ought) enthält [...]“ (Kornwachs 2006, S. 75). Er deutet

damit an, dass das in Regeln ausgedrückte Wissen eine begrenzte Deckung mit der Wirklichkeit hat. Es wird in anderen Kontexten erworben und bedarf einer doppelten Übertragung, um es auf eine neue Situation anwenden zu können: Zunächst muss überhaupt erkannt werden, dass ein in anderen Zusammenhängen erworbenes Wissen auf den aktuellen Fall anwendbar ist, und es muss zweitens erkannt werden, auf welchen Teil des Regelwissens dies zutrifft. Die Vorstellung, eine Regel ließe sich auf beliebige Sachverhalte einer Menge von Situationen anwenden, ignoriert den strukturellen Zusammenhang zwischen Sachverhalt, Ermittlung kausaler Abhängigkeiten, Formulierung einer (abstrakten) Regel und Anwendung dieser Regel auf neue Sachverhalte. Kornwachs betont, dass es unterschiedliche Arten von technischem Wissen gibt, deren Gültigkeitsanspruch stark differiert. Technologisches Gesetzeswissen bezieht sich auf logisch abgeleitete Zusammenhänge. Funktionales und strukturales Regelwissen dagegen beruht auf Erfahrungswerten, die wegen der situativen Rahmenbedingungen nur bedingt allgemeingültig formuliert werden können (vgl. a. a. O., S. 75).

Banse unterscheidet in der Technik das Feld weitgehend bestätigten Wissens, den „Bereich der Faktizität“, und den „Bereich der Hypothetizität“, in dem das Wissen unvollständig ist (Banse 2003, S. 133). Würde man das Befolgen technischer Regeln als notwendiges Merkmal technischer Handlungen auffassen, so wäre der gesamte Bereich hypothetischen Wissens ausgeschlossen[38]. Banse zeigt, inwiefern die Begrenztheit des technischen Wissens strukturell bedingt ist, da Technik auf immerwährende Veränderung hin ausgerichtet ist, da sie in immer neuen Situationen und aus immer neuen Bedarfen entsteht. Dies führt „zu einer ‚eingeschränkten Qualität‘ des technischen Wissens (hinsichtlich Zukünftigem!), womit auch die Qualität des technischen Handelns und seines Ergebnisses (z. B. über Modellbildungen, theoretische Grundlagen, Leitbilder, Testmöglichkeiten, Lösungen im Grenzbereich des Wissens) entscheidend beeinflusst wird.“ (A. a. O., S. 134)

All dies sollte berücksichtigt werden, wenn die Bedeutung von Regeln für technische Handlungen bestimmt wird. Sie beziehen sich auf Wissen aus der Vergangenheit, und es muss geprüft werden, inwiefern sie auf den neuen Einzelfall zutreffen. Technische Regeln sollten nur zusammen mit den Umgebungsbedingungen und Handlungsfolgen als handlungsrelevant verstanden werden. Sie können nur wirksam eingesetzt werden, wenn ein ständiger Abgleich des Ist-Zustands mit dem Soll-Zustand vorgenommen wird. Damit erhält der Begriff des Regelkreises eine höhere Relevanz als der der Regel. Letztlich ist nicht nur das Anpassen des

[38] Zum Zusammenhang zwischen Theorie und Praxis in der Technik, der hier mitspielt: Traebert (1988).

Ablaufs, sondern gerade die Bereitschaft, einen „vorgeschriebenen“ Weg zu verlassen, eine Grundvoraussetzung dafür, dass ein Techniknutzer die Stufe des Anfängers überhaupt überwinden kann (vgl. Röben 2001, S. 8). Es gilt demnach auch für das Befolgen von Anweisungen in technischen Handlungen, dass eine auf die Handlung und ihr Ergebnis gerichtete Aufmerksamkeit vorauszusetzen ist. Ein Maschinenführer, der seiner „Maschine zuhört“, ein Zerspanungstechniker, der den Spanfluss beobachtet: Das sind Beispiele für handlungsbegleitende Aufmerksamkeit. Die Regulierung der Tätigkeit, die auf eine Abweichung vom Sollzustand reagiert und auf eine Verbesserung des Ergebnisses zielt, ist bei Handlungen generell gegeben, bei technischen Handlungen ist sie konstitutiv.

3.4 Bestimmung des Begriffs des technischen Handelns

Der bisherige Weg des Eingrenzens hat Eckpunkte aufgezeigt, innerhalb derer nun eine Begriffsklärung geleistet werden kann.

3.4.1 Merkmale technischer Handlungen

Vier Merkmale sollen in der Folge mit einer technischen Handlung verbunden werden: die Ausrichtung auf Zwecke, die Präferenz rationaler Entscheidungen, die Integration von Gegenständen und der Handlungsmodus.

Ausrichtung auf Zwecke

Mit einer technischen Handlung reagiert der Handelnde auf einen Anlass mit dem Ziel, einen besseren Zustand zu erreichen. In diesem neuen Zustand liegt der Zweck der Handlung. Er spiegelt die Absichten des Handelnden wieder, immer in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen der Situation. Aus einem Hungergefühl vor dem gut gefüllten Kühlschrank erwächst die Absicht, sich dort zu bedienen. Aus einem Hungergefühl während einer Wanderung erwachsen dagegen mehrere Absichten: Zunächst soll überhaupt etwas Essbares gefunden werden, dieses soll möglichst gut schmecken, und es soll sich mit vertretbarem Aufwand beschaffen lassen. Was als vertretbar gilt, wird in einem Abwägeprozess zwischen der Dringlichkeit des Bedürfnisses und den Rahmenbedingungen bestimmt.

Prinzipiell können mit einer Handlung verschiedene Zwecke verfolgt werden. Sie sind dem Akteur oft bewusst: Er möchte satt werden, er muss eine Verabredung absagen, er möchte über saubere Wäsche verfügen. Es gibt aber auch Fälle, in denen die Handlung wesentlich mitbestimmt wird von Zwecken und Motiven, die unterhalb der Bewusstseinsschwelle liegen. Das Schminken, das Tragen auffallender Armbanduhren, das Überholen unmittelbar vor

der roten Ampel: Für diese Verhaltensweisen lassen sich durchaus Zwecke formulieren – man achtet auf sein Äußeres, man fühlt sich wohl, wenn man sich angemessen gekleidet weiß, man hat es eilig. Die durchaus bestimmenderen Faktoren liegen aber tiefer: Man möchte anderen auffallen, in einer Gruppe eine herausragende Rolle einnehmen, man ist nervös und möchte den emotionalen Druck abbauen, auch wenn damit kein nennenswerter Zeitgewinn verbunden ist. Das Handlungssubjekt ist der Überzeugung, es mache das aus Modebewusstsein, aus dem Wunsch nach Pünktlichkeit, um Zeit zu gewinnen. Es verfolgt aber andere bzw. weitere Absichten.

Auch wenn das Begriffspaar „außen – innen“ in Bezug auf Personen nicht unproblematisch ist, wird hier von *äußeren* und von *inneren Handlungsanlässen* gesprochen. Als äußere werden diejenigen bezeichnet, die dem Handlungssubjekt bewusst sind (oder die es sich relativ einfach bewusst machen kann) und auf die sich die physisch-materielle Verwirklichung der Handlung vordergründig bezieht. Unter inneren Handlungsanlässen werden solche verstanden, die normalerweise unbewusst vorhanden sind, die kaum verbalisiert werden können. Dazu gehören solche, die die Persönlichkeit des Handelnden und seine Sozialität betreffen. Die ersten sind nach Holodinsky und Oerter auf Aneignung und Vergegenständlichung gerichtet, die zweiten auf Autonomie und Verbundenheit.

Das Unterscheiden zwischen personalen und sozialen Persönlichkeitsanteilen geschieht zu analytischen Zwecken. Beide sind in der Person vereint, können nicht klar abgegrenzt werden, treten nicht einzeln in Erscheinung. Handlungsmotivationen und Handlungen lassen sich aber, wie zu zeigen sein wird, besser verstehen, wenn diese Unterscheidung getroffen wird. Mit der Differenzierung zwischen inneren und äußeren Handlungsanlässen wird keine Wertung ausgedrückt, etwa in dem Sinn, dass der äußere Anlass „der eigentliche“ sei und der innere nur eine unerwünschte Nebenerscheinung. Die verschiedenen Absichten überlagern sich, ähnlich den Wertestrukturen in Entscheidungsprozessen, und müssen daher in der Analyse einer technischen Handlung herausgearbeitet werden.

Rationalität als angestrebtes Entscheidungskriterium

Ein Handelnder greift in Entscheidungssituationen auf unterschiedliche Wertesysteme zurück, die zu einer Struktur vernetzt sind – dies wurde oben als *Polyvalenz von Bewertungssituationen* bezeichnet. Auch wenn in technischen Handlungen emotionale und rationale Einflüsse wirksam sind, so wird doch angestrebt, bei einer Entscheidung die rationalen den Ausschlag geben zu lassen. Der Vorzug rationaler Abwägungen liegt zunächst in dem Wunsch begründet, den Zweck sicher zu erreichen. Wissen über Ursache-Wirkungszusammenhänge

und über Umgebungsbedingungen erhöht die Erfolgswahrscheinlichkeit genauso wie das Verfügen über bewährte Operatoren. Auch dort, wo unbekanntes Terrain betreten wird, sind systematische Vorgehensweisen auf lange Sicht erfolgreicher als rein auf den Zufall bauende. Das heißt nicht, dass eine Handlung, die ohne Sachkenntnis ausgeführt wird und in der das Handlungssubjekt in Problemsituationen unsystematisch vorgeht, keine technische Handlung sein könnte. Rationalität erhöht aber in vielen Situationen die Wahrscheinlichkeit, den Zweck *besser* erfüllen zu können, sie fungiert als *(Entscheidungs-)Mittel zum Zweck*. Davon unberührt ist die Tatsache, dass Entscheidungen in technischen Handlungen nie alternativlos sind, dass zweckrationale Gesichtspunkte immer in Konkurrenz zu anderen stehen, zu anderen rationalen, aber auch zu emotionalen. Besonders im Bereich professioneller technischer Handlungen, wo technischen Regeln und methodisch-systematischem Vorgehen ein hoher Stellenwert zugesprochen wird, dominieren aber zweckrationale Entscheidungen.

Sachsystemintegration

So wie die Rationalität als *geistiges Mittel zum Zweck* dient, werden in technischen Handlungen auch gegenständliche Mittel eingesetzt, um den Zweck (besser) erreichen zu können. Das Instrumentalisieren von Dingen im Dienste der verfolgten Absicht ist ein weiteres zentrales Merkmal technischer Handlungen. Eine Beschränkung auf Artefakte[39] führt zu Ungenauigkeiten. Wird ein Ast oder ein Stein genutzt, um einen Zweck erreichen zu können, so liegt genauso eine technische Handlung vor wie bei einem Besenstiel oder einem Hammer. Auch wenn der Einsatz künstlich hergestellter Dinge der häufigere Fall sein wird, so ist das Instrumentalisieren eines Objektes der entscheidende Gesichtspunkt und nicht dessen Herkunft. Aus diesem Grund wird hier der Begriff der „soziotechnischen Integration“ bevorzugt. Ropohl unterscheidet bei der Instrumentalisierung von Artefakten zwei Phasen. Bei einer „Identifikation einer Sachsystemfunktion“ (Ropohl 2009, S. 176) erkennt ein Handlungssubjekt den Nutzen eines Objektes für das Erreichen seines Ziels. Setzt es das Objekt dann auch tatsächlich ein, „verbindet es sich mit diesem Sachsystem zu einer Handlungseinheit und verwandelt sich in ein soziotechnisches Handlungssystem.“ (a. a. O., S. 180) Ropohl spricht nun von einer „soziotechnischen Integration“ (ebd.), da Mensch und technisches System in der Umsetzung der Absicht in gewisser Hinsicht verschmelzen.

Dieses Verschmelzen kann auf zwei Ebenen verstanden werden. In Ropohls systemtheoretischer Betrachtung entsteht durch den Zusammenschluss des personalen und des sachtechnischen Subsystems eine Systemeinheit, die eine neue Qualität darstellt (vgl. a. a. O., S. 183).

[39] Zur Bedeutung von Artefakten in der Technik: Ropohl (2010a), Binder (2011).

Aus zwei getrennt für sich existierenden Elementen wird eine Einheit, die eine Funktion verwirklichen kann, die zuvor so nicht möglich war. Diese Betrachtungsweise birgt Gefahren darin, dass Mensch (personales Subsystem) und Sache (sachtechnisches Subsystem) auf einer Ebene betrachtet werden, ohne dass Wege aufgezeigt werden, wie in den daraus abgeleiteten Aussagen der Einfluss dieser beiden Handlungs"teilnehmer" so auseinandergehalten werden kann, dass ihren kategorialen Unterschieden (Mensch und Sache) entsprochen werden kann (vgl. dazu Binder 2013b).

Die zweite Verständnisebene erschließt sich durch Erfahrungen, die sicher jeder Technik-nutzer schon gemacht hat: Beim Schreiben werden Hand und Stift nicht mehr getrennt wahrgenommen; das Auto folgt der Fuß- und Handbewegung, die Wahrnehmung der eigenen Grenzen wird zeitweise bis auf die Objektgrenzen des Fahrzeugs erweitert. In der psychologischen Forschung sind solche Effekte wohlbekannt. Der Wahrnehmungspsychologe Gibson erläutert: „Diese Fähigkeit, dem Körper etwas anzufügen [gemeint ist: eine Sache zu verwenden], legt den Gedanken nahe, dass die Grenze zwischen dem Lebewesen und seiner Umwelt nicht unverrückbar an seiner Hautoberfläche liegt, sondern sich verlagern kann, allgemeiner gesagt, dass die absolute Dualität von ‚objektiv´ und ‚subjektiv´ falsch ist." (Gibson 1982, zitiert nach Neuweg 2004, S. 159) Mittlerweile können solche Effekte im Labor nachgewiesen werden, wie der Neurologe Keysers in einem Interview beschreibt: „Sehen Sie sich mein geliebtes MacBook Air an: nach zwei Jahren noch sehr gut erhalten. Es schmerzt mich einfach, wenn ich höre, wie im Rucksack etwas daran schabt. Die Empathie erstreckt sich auf unbelebte Objekte. So etwas können wir im Hirnscanner nachweisen [...]" (Dworschak 2013a, S. 124).

Gemeint ist selbstverständlich nicht, dass die Grenze zwischen Subjekt und Objekt negiert wird. Vielmehr verschmelzen beide im Verwirklichen der Absicht zu einem *Sinnzusammenhang*, wobei sich das Verschmelzen in den Wahrnehmungen und kognitiven Verarbeitungen des Handelnden vollzieht[40]. Die Nutzung eines Rucksacks zum Transportieren eines Notebooks ist keine Eigenschaft des Rucksacks, sondern eine Handlung des Subjekts, die auf sei-

[40] In diesem Zusammenhang findet sich eine erkennbare Parallelität zwischen Ropohl und Aebli. Aebli spricht davon, dass in Handlungen Beziehungen zwischen den „Handlungsteilnehmern" gestiftet werden, wobei er darunter sowohl Menschen als auch Sachen versteht (Aebli 1980, besonders S. 126 ff.). Auch er verwendet den Begriff der Integration, allerdings in Bezug auf das Wissen, das im Verlauf von Handlungen aufgebaut wird. Einzelne „[...] Episoden dieses Wissens können sich zu netzartigen Gebilden integrieren." (a. a. O., S. 129) Auf Ropohl bezogen könnte Aebli so interpretiert werden, dass die in der soziotechnischen Integration entstehende Beziehung zwischen Subjekt und Objekt zu einem Wissen führt, das nicht nur Sachstrukturen in abstrakter Form repräsentiert, sondern die Besonderheiten der Handlungssituation abbildet („episodisches Wissen"). Dies wäre eine Wissensform, deren Existenz tatsächlich auf so etwas wie eine „integrale Einheit" (Ropohl 2009, S. 141) von Mensch und Sache hindeutet.

nen Abwägungen und Entscheidungen beruht, eben darauf, dass er den Gegenständen diese Bedeutung verleiht.

Aus diesen Überlegungen heraus wird hier als Merkmal technischer Handlungen nicht einfach das Hantieren mit Gegenständen verstanden, sondern das Zustandekommen einer *auf den Zweck bezogenen Sinneinheit zwischen Handelndem und Sache*. Dies wird im Begriff der soziotechnischen Integration besser und unmissverständlicher ausgedrückt als mit Formulierungen wie „Verwenden“ oder „Nutzen“. Letztere enthalten immer eine fehlerhafte Konnotation, so als ob der Gegenstand seine Instrumentalität in sich selbst tragen würde. Es liegt auf der Hand, dass, bei aller Inkorporation von Nutzungspotentialen durch den Konstrukteur, das Erkennen der Nutzbarkeit und das Nutzen selbst nur vom Handlungssubjekt geleistet werden können.

Der Handlungsmodus

Drei Ausrichtungen technischer Handlungen wurden unterschieden: die auf die reine Zweckerfüllung, die auf das gute Funktionieren und die auf das Immer-wieder-Gelingen unter bestimmten Bedingungen gerichtete. Als signifikante Formen wurden diejenigen bezeichnet, mit denen sichergestellt werden soll, dass der Bedarf befriedigt wird, die also auf Optimierungsstrategien aufbauen. Der Bedarf soll nicht *irgendwie* erfüllt werden, sondern möglichst sicher und möglichst zweckmäßig. Effektivität, Zuverlässigkeit, Sicherheit und Eindeutigkeit der Wirkung sind Teilaspekte dieses Bestrebens. Mit steigender Wertigkeit des Bedarfs (Muss das Ziel unbedingt erreicht werden? Welche Spielräume in der Qualität, in der zeitlichen Umsetzung, in Bezug auf die zur Verfügung stehenden Mittel sind möglich?) erhalten erprobte Wege, systematisches Vorgehen, berechenbare und algorithmische Parameter immer größere Bedeutung. Das gilt dort, wo Handlungen unter starkem ökonomischem Druck stehen, wo Entscheidungen in ökonomische Werte „übersetzt“ werden. Es gilt aber auch dort, wo ein Ziel einen hohen lebenserleichternden oder symbolischen Wert hat, und dort, wo eine starke existentielle Not besteht. Immer dann wird das Handlungssubjekt versuchen, die variablen Umweltbedingungen durch *Prüfen* und *Messen* genau zu erfassen, den Ablauf und das Ergebnis zu kontrollieren und möglichst positiv zu beeinflussen.

Weitere bedeutsame Optimierungsstrategien sind *Lehre* und *Übung*. Gezielte, vorgeschaltete Lehr- und Übungssequenzen sind ein immer wiederkehrendes Element technischen Handelns. Gerade daran zeigt sich das Eindringen technischer Anteile in beliebige Handlungen besonders gut: Der Musiker spielt Etüden, indem er Abläufe „technisch“ einübt, wobei im Moment des Übens künstlerische Kriterien eine untergeordnete Rolle spielen. Bei der Auf-

führung greift er auf die eingeübten Fähigkeiten zurück, sie bilden eine Grundlage für alles, was er als Künstler tut. Nun wird er aber sein Spiel nicht mehr bevorzugt an exakttechnischen Abläufen ausrichten, sondern mithilfe der eingeübten Technik seinem ästhetischen Empfinden und seinem künstlerischen Ausdrucksvermögen folgen. Das Metronom ist ein Gütemaßstab für das Üben, nicht für die künstlerische Umsetzung. Die technischen Anteile werden dort nicht irrelevant, aber relativiert. Das intensive Einüben der Abläufe sichert das gute Funktionieren, wobei sich das Prädikat „gut" hier nur auf einen Aspekt der Handlung bezieht – er wird ergänzt durch andere, eben die künstlerischen. Das Vorhandensein von Lehre und Übung ist ein Hinweis darauf, dass der Modus des guten Funktionierens gesichert werden soll, ein Indikator also auf technische Anteile einer Handlung.

Lehre hat immer auch Einfluss auf Bewertungsmaßstäbe einer Handlung. Wenn davon gesprochen wird, eine Handlung entspreche den „Regeln der Kunst", so wird damit ein Maßstab angelegt, der über den situativen Anlass hinausgeht. Die Qualität wird nicht nur am Ergebnis ermittelt, sondern auch an der Art und Weise der Ausführung. Wie stark sind die Anforderungen präzisiert? Wie genau werden Zustände gemessen? Wie zweckmäßig und präzise wird der Prozess reguliert? Wie genau wird das Ergebnis mit den Anforderungen verglichen? Instanzen der Lehre technischen Handelns sind im privaten Bereich Einweisungen von Personen, die die Handlung beherrschen (z. B. wenn Eltern ihren Kindern das Schuhebinden beibringen, wenn der Nachbar zeigt, wie man mit der Sense mäht, wenn das Enkelkind den Großeltern erklärt, wie sie eine Software nutzen können), im öffentlichen Bereich der Technikunterricht an allgemeinbildenden Schulen, die berufliche Aus- und Weiterbildung und die Technikwissenschaften.

In der Allgemeinen Technologie als wissenschaftliche Lehre „von den allgemeinen Funktions- und Strukturprinzipien technischer Sachsysteme und ihrer soziokulturellen Entstehungs- und Verwendungszusammenhänge" (Ropohl 2009, S. 32) werden Optimierungsprinzipien beschrieben, also Prinzipien, die das Attribut „gut" im Zusammenhang mit der technischen Funktion näher bestimmen. Demnach kann sich der Modus des guten Funktionierens auf den Wirkungsgrad, den Energieaufwand, den Materialeinsatz, die Zuverlässigkeit u. a. [41] beziehen (vgl. Wolffgramm 2012, S. 42). Mit zunehmender Erfahrung prägt sich eine *Kultur technischen Handelns* aus, die durch kunstfertiges und gekonntes, aber auch zweckangemessenes Vorgehen geprägt ist. Beispiele sind bei Haasler zu finden, der Aussagen von Experten der Handarbeit im Werkzeugbau zitiert. Sie grenzen sich einerseits gegen nicht optimiertes

[41] Rapp nennt diesen Aspekt die „Methode der optimalen Mittelwahl" (Rapp 1977, S. 374).

Arbeiten ab: „Es gibt ja Werkzeugmacher fürs Grobe und es gibt Leute mit viel Gefühl. Und wenn man sich anguckt, die wirklichen Spitzen-, Top-Oberflächenleute, das sind ja meistens Leute mit viel Einfühlungsvermögen, mit einem ich will mal sagen, künstlerischen Touch. Das ist nicht nur Länge mal Breite mal Donnerstag, was die da wegfräsen sollen." (Haasler 2004, S. 189 f.) Auf der anderen Seite finden sich Äußerungen, in denen sie die wirklichkeitsfernen Vorstellungen „derer da oben" in den Konstruktionsabteilungen kritisieren, die keinen angemessenen Ausgleich zwischen Aufwand und Nutzen herzustellen vermögen.

Gerade hier, bei der Betrachtung, *wie* technische Handlungen ausgeführt werden, sollte die Systemgrenze bedacht werden, die stillschweigend in die Vorstellung des Handlungssystems einfließt. Die Tendenz, das Immer-wieder-Gelingen einer Funktion unter bestimmten Bedingungen erreichen zu wollen, führt zu einem sehr genauen, aber auch enggeführten Blick auf das Sachsystem. Wer das System mit der Messuhr erfasst, nimmt Verflechtungen mit anderen Systemen, die sich nicht messen lassen, nicht wahr. Das Bevorzugen von Regularien und Quantifizierungen führt tendenziell dazu, dass Nicht-Quantifizierbares unbeachtet bleibt. Im Vorgriff auf das, was unter den ethischen Aspekten technischen Handelns diskutiert werden wird, sei hier darauf hingewiesen, dass jeder Handelnde eine Verpflichtung spüren sollte, nicht nur das unmittelbare Ergebnis seines Tuns zu bedenken, sondern weitere Folgen zu ermitteln. Dabei können nicht alle Folgen beachtet werden, aber, je weitreichender und schwerwiegender sie sein können, desto stärker müsste die Verantwortung empfunden werden, ernsthafte Versuche zu unternehmen, sie zu ergründen und in die Gesamtbewertung dessen, was als „gut" betrachtet wird, einzubeziehen. Diese Verpflichtung entspringt nicht aus der direkten Beschäftigung mit eigenen oder räumlich-zeitlich eng begrenzten Bedarfen[42], sondern aus dem „Prinzip Verantwortung" heraus, dem sich der Mensch verpflichtet fühlt (oder fühlen sollte). Mit der räumlichen und strukturellen Globalisierung und der zeitlichen Totalisierung der Reichweite aktueller Technologien ist es schon mehrmals zu einer Frage des menschlichen Überlebens bzw. zu einer Frage des Überlebens bestimmter Menschengruppen und kultureller Traditionen geworden, dass die Folgen des Einsatzes dieser Technologien präventiv beachtet werden. Stichworte sind nukleare, chemische, biologische und neuerdings bis zur Autonomie automatisierte Waffensysteme, Einflüsse auf das Weltklima, Biotechnologie, Möglichkeiten der Vernetzung digitaler Daten, die Konzentration der

[42] Das bedeutet natürlich nicht, dass technisches Handeln wertneutral sei. Vielmehr ist es aus sich selbst heraus *wertindifferent*. Das wiederum ist ein starkes Argument für eine technische Allgemeinbildung, die diese Indifferenz thematisiert.

Zugriffsmöglichkeiten auf diese Daten auf einzelne Staaten oder global agierende Wirtschaftsunternehmen.

Es besteht weitgehend Einigkeit in der Literatur, in diesem Zusammenhang nicht zwischen Haupt- und Nebenfolgen von Technik zu unterscheiden, da jede Folge prinzipiell gleich wirksam sein und da in der Rede von Nebenfolgen ein Versuch gesehen werden kann, die Verantwortung für diese Auswirkungen einer Handlung abzuwehren. Im Allgemeinen werden die Begriffe *intendierte* bzw. *nicht-intendierte Handlungsfolgen* bevorzugt. Die Verpflichtung, den Blick über die ursprünglichen Intentionen hinaus auf die möglichen und erwartbaren Folgen einer Handlung zu öffnen – in den personal-humanen, sozialen und naturalen Dimensionen von Technik, ist hier besser berücksichtigt. In einigen Handlungstheorien wird zwischen Handlungsergebnis und Handlungs(ergebnis)folgen unterschieden (beispielsweise im „Instrumentalitätsmodell" Vrooms). Diese begriffliche Differenzierung soll hier übernommen und von einem *Handlungsergebnis* gesprochen werden, wenn der Outcome bezeichnet wird, auf den sich die Absicht des Handelnden bezieht, und von *Handlungsfolgen* überall dort, wo auch nicht-intendierte Auswirkungen der Handlung oder ihres Ergebnisses[43] bezeichnet werden.

Abschließend soll noch darauf verwiesen werden, dass der Modus des guten Funktionierens nicht im Begriff der Optimierung aufgeht. Optimierungsstrategien sind Verfahren, die den Modus des guten Funktionierens sichern sollen, wenn er durch äußere Einflüsse gestört wird. Eine Handlung, die ohne Störeinflüsse *gut* im Sinn von zweckangemessen verläuft, ist bereits in diesem Modus, sodass keine regulierenden Maßnahmen notwendig sind. Dies verdeutlicht erneut, dass die Bewertung, ob eine Funktion gut oder weniger gut gegeben ist, immer abhängig vom Zweck der Handlung und von den Rahmenbedingungen ist. Allen gemeinsam ist die *Erfolgsorientierung* (Habermas, s. o.).

3.4.2 Formen der Merkmalsausprägung

Die vier Merkmale werden in einer Handlung mehr oder weniger ausgeprägt sein. Ordnet man sie auf einer Skala an, so liegen reale Handlungen zwischen den Polen geringer und starker Ausprägung. In Tabelle 6 wird dies dargestellt.

[43] Hier unterscheidet sich die vorgeschlagene Begrifflichkeit von der Abgrenzung, die Heckhausen trifft, wenn er den Vroom´schen Begriff des Outcome je nach Kontext als Handlungsergebnis oder als Handlungsergebnisfolgen übersetzt (vgl. Heckhausen und Heckhausen 2006, S. 138).

Schwache Ausprägung	Starke Ausprägung
Ausrichtung auf Zwecke	
Ausrichtung am individuell bedeutsamen Zweck	Ausrichtung am individuell bedeutsamen Zeck, differenzierte Vorstellung des Zwecks, Einbeziehen möglicher Folgen in die Bewertung des Zwecks
Rationalität	
Geringe Reflexionstiefe, hoher emotionaler Anteil bei Entscheidungen	Bewusstmachen der Anforderungen, Abwägen verschiedener Varianten und deren Folgen, rationale Entscheidungen nach Kriterien, emotionale Einflüsse
Sachsystemintegration	
Geringe Beachtung der Instrumentalität von Gegenständen, beiläufige, desinteressierte Wahrnehmung des Sachsystems	Zweckmäßige Auswahl eines Sachsystems, Beachtung der inneren und äußeren Struktur des Sachsystems
Handlungsmodus	
Achtloses Agieren, kaum Kontrolle der Bedingungen	Gezieltes Beschaffen von Informationen über die Bedingungen, systematischer Ist-Soll-Vergleich, Beachten technischer Regeln, kunstfertiges Vorgehen

Tabelle 6: Ausprägungen der Merkmale technischer Handlungen

Die Art und Weise, in der eine technische Handlung ausgeführt wird, muss sich in diesem Schema verorten lassen. Elaborierte technische Handlungen, unabhängig von dem Grad der Institutionalisierung, in dem sie stattfinden, müssen am rechten Pol zu finden sein. Je geringer die technische Qualifikation und die Achtsamkeit des Handelnden sind, desto weiter wird seine Handlung am linken Pol stehen. Anhand einiger Beispiele soll dies überprüft werden.

Überprüfung der Skala

Die Beispiele sind aus dem Alltag gewählt, beruhen aber nicht auf konkreten Beobachtungen. Sie sind gemäß der Merkmalsausprägungen formuliert, sodass sie daraufhin überprüft werden müssen, ob sie realen Handlungen entsprechen.

Schwache Ausprägung	**Starke Ausprägung**
A baut sich einen Unterstand aus Holz.	
Bricht Äste von Bäumen, steckt sie beliebig in den Boden, achtet nicht auf Stabilität…	Sucht gezielt nach geeigneten Ästen, verkeilt Stützen und Streben so ineinander, dass die Konstruktion stabil wird, umwickelt Knotenpunkte mit Rinde und Gräsern…
B stellt einen Rührkuchen nach Rezept her.	
Setzt Springform zusammen, gibt Zutaten nach Rezept in Rührschüssel und verrührt sie, fettet Form, füllt Teig ein, schaltet den Backofen an und stellt die Form hinein, holt Form nach der angegebenen Zeit heraus, stürzt Kuchen auf Teller.	Richtet zuerst Zutaten hin, prüft sie auf Frische, kontrolliert Springform nach dem Zusammenbau auf korrekte Montage, fettet die Form ein und kontrolliert das Ergebnis, stellt die Form in den Backofen, wenn die erforderliche Temperatur erreicht ist, testet das Backergebnis durch Einstechen mit einem Spieß…
C wechselt die Autoreifen am Pkw.	
Löst Muttern, setzt Wagenheber an, dreht Wagen an einem Rad hoch, nimmt Rad ab, setzt neues Rad auf, dreht Muttern auf, senkt Wagen ab, dreht Muttern mit Radkreuz fest, räumt Reifen und Werkzeuge auf.	Liest evt. im Handbuch nach, richtet Werkzeug hin, verkeilt Räder, löst Muttern, positioniert Wagenheber an den vorgesehenen Ansatzstellen, dreht Wagen hoch, nimmt Rad ab, kontrolliert Reifen auf Beschädigungen, kennzeichnet die demontierten Räder nach Position am Wagen, setzt Muttern in richtiger Richtung auf und dreht sie leicht fest, senkt den Wagen ab, dreht Muttern mit dem Drehmomentschlüssel an…
D holt nach dem Winter das Fahrrad aus dem Keller, um am nächsten Morgen zur Arbeit fahren zu können.	
Stellt es in der Garage bereit.	Kontrolliert Bremsen, Schaltung und Licht auf Funktionstüchtigkeit, prüft Reifendruck, macht kurze Probefahrt.
E packt ein neu gekauftes Regal aus.	
Reißt Kunststofffolie ab, schneidet Karton mit Cutter auf, beginnt nach Anleitung mit dem Aufbau, stellt das Regal an den vorgesehenen Platz.	Achtet beim Aufschneiden darauf, dass die Oberfläche nicht verletzt wird, kontrolliert die Teile auf Vollständigkeit, liest zuerst die ganze Anleitung, wählt passendes Werkzeug und baut das Regal nach Anleitung auf, kontrolliert es auf Stabilität, stellt es an den vorgesehenen Platz, sichert es gegen Kippen.

Tabelle 7: Beispiele für Ausprägungen der Merkmale technischer Handlungen

Die Beschreibungen am rechten Pol sind ausführlicher und enthalten Fachbegriffe, die genannt werden müssen, um Handlungen in diesem Modus beschreiben zu können. Die Hand-

lungen am linken Pol sind zweifelsohne technisch, auch sie können zu erfolgreichen Ergebnissen führen. Allerdings ist das wesentlich stärker dem Zufall überlassen als auf der rechten Seite. Um so handeln zu können, dass es dem rechten Pol entspricht, ist Wissen und Können erforderlich, was Erfahrung und grundlegendes Interesse an den Mitteln und Prozessen voraussetzt.

In der Folge werden in dieser Studie Handlungen des rechten Ausprägungsgrades als „elaborierte" technische Handlungen bezeichnet, da sie ausdifferenziert und optimiert sind. Elaborierte Formen können nur dort erwartet werden, wo Personen sich intensiv mit den Sachverhalten, die in der Handlung relevant werden, beschäftigen. Das Ausmaß der Elaboration lässt sich durch systematische Lehre verbessern. Dabei muss beachtet werden, worauf die Lehre gerichtet ist: eher formal auf die Elaboration oder auf das Bewältigen des Anlasses der Handlung.

Die Skala kann dazu dienen, die Merkmalsausprägung einer konkreten Handlung zu überprüfen. Damit wäre sie ein Element zur Auswertung von Handlungsbeobachtungen. Ihre Reichweite für die Auswertung von Handlungen ist allerdings auch begrenzt.

Grenzfälle

Bei einigen Handlungen greift die Skala der Merkmalsausprägungen nur bedingt oder gar nicht:

Handlungen von Experten

Die Ausführlichkeit der Beschreibung des rechten Pols passt in gewisser Weise nicht zu professionellem technischen Handeln. Die Expertiseforschung zeigt, dass dort Abläufe mit wenigen Eingriffen funktionieren. Die Aufmerksamkeit muss nicht gerichtet werden, sondern der Akteur erkennt, wenn „etwas" nicht stimmt. Dieses Erkennen geschieht beiläufig, oft ohne, dass angegeben werden kann, wo genau die Ursachen liegen. Hier werden Beschreibungen eher knapp sein, weil sie auf das Nötigste beschränkt sind. Das heißt weniger, dass die Merkmalsausprägungen nicht elaboriert wären, sondern betrifft die Begrenztheit der Möglichkeit, geistige Leistungen von Handelnden erfassen und explizieren zu können.

In arbeitsteilige und automatisierte Prozesse eingebundene Handlungen

In der industriellen Arbeitsorganisation arbeiten Fachkräfte oft räumlich von der Arbeitsmaschine getrennt, sie müssen andere Formen des Erkennens der Prozessfunktion entwickeln. Hoyos spricht von *Modellvorstellungen*, die der Facharbeiter bilden müsse, die sich von der direkten Anschauung grundlegend unterscheiden. „Im Hinblick auf Handlungsziele und im

Lichte eigener Erfahrungen, Fähigkeiten und Erwartungen muss der Handelnde seine Aufgaben redefinieren, d. h. ein mentales Modell der objektiv gegebenen Anforderungen bilden.“ (Hoyos 1990, S. 21) Durch die Veränderung der Arbeit entsteht ein andersartiges „Mensch-Maschine-System“, bei dem die Maschine nicht physisch-real erfahrbar ist, sondern nur noch visuell-symbolisch. Was Norman als „gulf of execution and evaluation“ benennt (vgl. ebd.), die Kluft zwischen physikalischem System der Maschine und Zielsystem des Menschen, wird radikal verändert, da der Mensch nur noch mit symbolisierten Realitäten in Berührung kommt, die gesondert verarbeitet werden müssen.

Die Skala müsste für solche Fälle spezifiziert werden, da der individuelle Zweck des Handelnden nicht mit den Zwecken des (letztlich ökonomischen) Handlungsanlasses zusammenfällt. Gorz weist darauf hin, dass das Einbringen von Wissen und Können, also von Ausprägungsmerkmalen des rechten Pols, stark abhängt von den Bedingungen, unter denen technische Handlungen in Arbeitsprozessen stattfinden. Die Verlagerung des Wissens vom *an der Maschine* Agierenden hin zum Spezialisten *im Hintergrund* führt dazu, dass an der Maschine elaborierte Handlungsformen selten erforderlich sind, sodass sie vom Handelnden verlernt werden oder dort erst gar keine Fachkräfte eingesetzt werden. Die Sinnzusammenhänge, die sich in einem solchen Produktionsprozess für die Angelernten auf der einen Seite und für die Spezialisten auf der anderen ergeben, sind so unterschiedlich, dass eine sachbezogene Kommunikation zwischen ihnen erschwert wird. Die Spezialisten sind oft „außerstande, den Arbeitern, die weniger oder anders geschult worden sind, ihr spezialisiertes Wissen zu vermitteln und es mit ihnen zu teilen.“ (Gorz 1973, S. 97) Es entsteht eine strukturbedingte Polarisierung in automatisierten Produktionsprozessen: Der eine Teil der Handelnden bewegt sich immer weiter in Richtung des elaborierten Pols, der andere wird regelrecht an den „restringierten“[44] gedrängt.

Marginal-technische Handlungen

Handelt es sich beim Schreiben eines Textes mit einem Stift um eine technische Handlung? Es wird ein Zweck verfolgt, ein Sachsystem eingesetzt und es verläuft im Modus des guten Funktionierens. Hier muss jedoch differenziert betrachtet werden. Die Frage nach der Zweckmäßigkeit in Bezug auf das Artefakt bezieht sich auf die Wahl des Schreibmittels.

Der Schreibvorgang kann in technische und nicht-technische Aspekte unterschieden werden. Die Wahl des Stiftes, des Papiers, auch des Schreibuntergrunds werden überwiegend unter

[44] Hier bietet sich der Gegensatz zwischen *elaboriert* und *restringiert*, der in der Theorie der Sprachkodes entwickelt wurde, deutlich an: Restringiert steht nicht nur für „*be*schränkt“, sondern auch für „*einge*schränkt“.

zweckrationalen Abwägungen getroffen. Auch die Entscheidung, zunächst einen Entwurf zu verfassen, in dem korrigiert werden kann, lässt sich noch als technisch bezeichnen. Beim inhaltlichen und stilistischen Gestalten des Textes scheint dies rasch nicht mehr sinnvoll. Man kann von einer guten Argumentations*technik* sprechen, aber wie bereits diskutiert eher in einem übertragenen Sinn. Der Modus des guten Funktionierens bezieht sich hier nicht auf technische, sondern auf gedankliche und sprachliche Kategorien.

Es fällt auf, dass in der Begriffsabgrenzung des Technischen immer wieder Zirkelschlüsse enthalten sind. Wenn gesagt wird, dass beim technischen Handeln das gute Funktionieren auf den Einsatz technischer Mittel und Verfahren bezogen wird, so wird eine technische Handlung mit der Ergänzung beschrieben, dass sich der Handelnde ihrer eigenen, angestammten Mitteln und Regeln bedient. Es lässt sich keine Definition finden, die unabhängig von einem Bewusstsein, was unter Technik und ihren originären Elementen und Aufgaben zu verstehen ist, zu einem schlüssigen Ergebnis kommt. Grunwalds These, die Frage, was Technik ist, sei falsch gestellt, es müsse vielmehr gefragt werden, was eine Handlung zu einer technischen mache, argumentiert verkürzend. Technik ist kein reiner Modus des Handelns, sondern ein Wirklichkeitsbereich, der *auch* durch die besondere Art des zweckrational-gestaltenden Weltzugriffs charakterisiert wird, aber eben *nicht nur* dadurch. Das sprachliche Gestalten eines Textes ist sehr wohl zweckrational: Der Autor verfolgt eine Intention, hat ein Ziel, überlegt, welche stilistischen Mittel er einsetzt usw. Gleichwohl scheint die Zuordnung als technische Handlung nur eingeschränkt zutreffend. Die Skala ist demnach zur Präzisierung in den Fällen geeignet, wo bereits geklärt wurde, dass eine technische Handlung vorliegt.

Das gilt auch für künstlerische Handlungen. Am Beispiel des Holzdrucks „Rhinozerus“ wurde bereits ein Teilaspekt diskutiert: Künstlerische Handlungen erzeugen Artefakte, sind in dieser Hinsicht mit der Technik verwandt. Ein künstlerischer Prozess enthält zahlreiche zweckrational getroffene Entscheidungen. Welcher Malgrund und welche Technik gewählt wird, aus welcher Sicht eine Szene so dargestellt werden kann, dass sie die angestrebte Wirkung unterstützt, das Einüben von Teilhandlungen durch stundenlanges Wiederholen von Etüden, die bewusste Inszenierung durch Rahmen oder Sockel, durch Blumenschmuck und passende Kleidung bei einem Auftritt – all dies erfolgt unter rationalem Kalkül, bezogen auf den angestrebten Zweck. Auch hier kann wieder nur auf den „Grundcharakter“ der Absicht zurückgegriffen werden, letztlich entsteht ein circulus vitiosus. Ein Bewusstsein, was Kunst von Technik unterscheidet, muss vorhanden sein, sonst lassen sich auch die Handlungs-

begriffe nicht auseinander halten, auch nicht mit der Skala der Merkmalsausprägungen. Was unterscheidet einen künstlerisch-ästhetischen Ausdruck von einem technisch-ästhetischen? Gilt für die Kunst tatsächlich, dass sie zweckfrei sei? Zielen Künstler nicht darauf ab, den Rezipienten ihre Form der Auseinandersetzung mit der Welt nach- oder mitempfinden zu lassen? Dazu existieren durchaus analoge Phänomene in der Technik.

Wiesmüller betont die Bedeutung des Anschauens für das Verständnis von Technik (vgl. Abbildung 23). Er beschreibt das am Beispiel der Vorgänge, die sich im Inneren des Herstellers eines Stuhls abspielen könnten: „Er liest in analytischer Absicht dabei gleichzeitig einen Plan oder eine Skizze, nimmt Maß und überlegt den Werkzeugeinsatz, geht dabei rational vor, wie in ihm parallel dazu positive Gefühle der Zufriedenheit über [...] das Gestalt annehmende Produkt aufsteigen dürften. Er streicht mit den Fingern intuitiv über Oberflächen, um das Ergebnis seiner Arbeitsschritte zu genießen, wie er ebenso den Stuhl aufstellt, um die Waagerechte zu überprüfen [...]“ (Wiesmüller 2006, S. 278). Über die Winkelgerechtigkeit und Proportionalität, über die Feinheit der Oberfläche, über sauber ausgeführte Details selbst auf Unter- und Rückseiten von Gegenständen, die für die Nutzung nicht bestimmend sind, über diese Sachverhalte hinaus kann ein sensibler Betrachter die Überzeugungen und Einstellungen des Herstellenden nachempfinden. Der Handwerker übersetzt Gefühle nur in einem eng begrenzten Rahmen in die Ausformung des Stuhls – hier liegt zweifelsohne ein Unterschied zwischen Kunst und Technik. Sorgfalt und Könnerschaft „kristallisieren“ aber auch im technischen Artefakt aus und können dort entfaltet werden. Zu dieser Entfaltung reicht das rationale Abschätzen der Zweckdienlichkeit des Objektes nicht aus, oft geht die tatsächliche Ausformung technischer Gegenstände deutlich über reine Zweckmäßigkeit hinaus. Hier bedarf es, so Wiesmüller, der Fähigkeit eines Anschauens, das dem Empfinden vertraut. Beim Lesen der Bewertungen von Geräten durch Nutzer in Verkaufsportalen finden sich zahlreiche Hinweise auf diese Form der Technikwahrnehmung. Da ist von einer billigen Anmutung eines Gehäu-

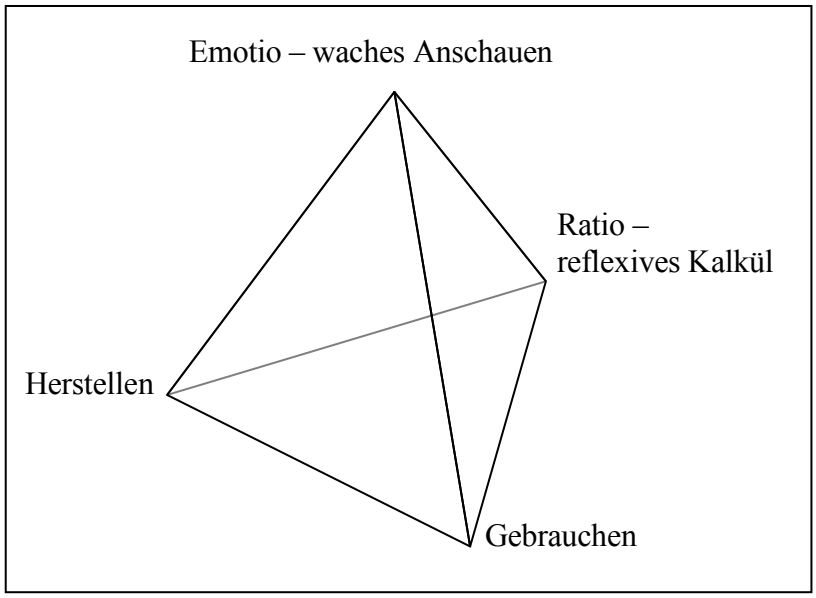


Abbildung 23: Tetraeder geistiger Bewältigung der Technik (zuletzt: Wiesmüller 15.09.2012, S. 4)

ses die Rede, von einem Displayhintergrund, der weißer wirke als Papier, von einer erfreulichen Haptik der Oberfläche, davon, dass das Handy gut in der Hand liege. Es greift zu kurz, wenn künstlerische Handlungen auf emotional-weiche und technische auf rational-harte Merkmale reduziert werden; die „Emotio“ ist keine Entlehnung aus der Kunst oder kein unsachgemäßes Bewerten von Technik, sondern eine in technische Handlungen einzuschließende Instanz der Wahrnehmung und Bewertung.

Eine Variante zweckmäßiger Handlungen, bei denen Artefakte eine bedeutende Rolle spielen, sind solche mit überwiegend symbolisch-expressivem bzw. symbolisch-kommunikativem Charakter: Freunde treffen sich zum Essen. Neben alltäglichen Gesprächen wird das Smartphone aus der Tasche geholt und beiläufig werden Mails kontrolliert. Das ist eine technische Handlung, da sie sich eines technischen Mittels bedient und einen Zweck verfolgt. Der Zweck des „Mail-Checkens“ ist aber nur bedingt der eigentliche Anlass der Handlung. Die Mails werden geprüft, auch wenn keine dringende Nachricht erwartet wird. Das Prüfen wird regelmäßig wiederholt, ohne einen erkennbaren Nutzen – es scheint einen Eigenwert zu besitzen. Rammert spricht sich bei Beschreibungen von Alltagshandlungen, in Anlehnung an Bourdieu, für ein Habituskonzept aus. „Der Habitus des ‚Genießens‘ erzeugt andere Verhaltensweisen als der Habitus des ‚Konsumierens‘, auch wenn er auf die gleichen technischen Produkte trifft. Sich Dingen in der Haltung des ‚Vernehmens‘ und ‚Pflegens‘ zu nähern oder sie als Bedarfsgüter mit der Haltung des ‚Verfügens‘ und ‚Vernutzens‘ zu behandeln, kann verschiedene Kultursphären radikal voneinander scheiden.“ (Rammert 1988, S. 171) Handlungen und Sachsysteme werden im situativen Kontext immer auch als sinnstiftende Vermittler gelesen, sie symbolisieren, stillschweigend hinnehmend oder aktiv einsetzend, ein *Modell kultureller Gestaltung* (vgl. a. a. O., S. 192). Am Beispiel des Smartphones: Das auf dem Tisch abgelegte Gerät zeigt, dass es seinem Besitzer so wertvoll ist, dass er es sich leistet. Er deutet durch das Abrufen der Mails an, dass er mit jedem, der ihm etwas mitteilt, in Kontakt stehen möchte, und zwar beinahe zu jeder Zeit. Das parallel zum persönlichen Gespräch erfolgende Eintippen einer SMS hat neben einem eventuellen praktischen Nutzen auch eine symbolische Funktion: Es verweist auf die Zugehörigkeit zu einer Gruppe von Nutzern. Die Beobachter interpretieren das Verhalten, sowohl diejenigen, die denselben Habitus pflegen als auch die, die ihn nicht teilen, ihn vielleicht sogar unhöflich finden[45].

Lenk sieht in solchen Handlungsformen eine *situationsstrukturierende Funktion* (vgl. Lenk 1982, S. 172). Sie besteht darin, dass dem Umfeld die Leitvorstellungen, die hinter der

[45] Zu generationsspezifischen Aspekten der Mediennutzung: Faulstich-Wieland et al. (1998).

Handlung liegen, durch die deutlich zur Schau gestellte Nutzung eines Gegenstands vor Augen geführt werden. Artefakte sind besonders wirksame Symbolträger, physisch-materiell durch ihre Sichtbarkeit und ökonomisch-materiell durch ihren finanziellen Wert. Die Habitusgruppe verortet sich also auch in der Bewertung, wie ihr Verhalten zu üblichen Formen steht (bestätigend, konform, gleichgültig, herausfordernd, ablehnend). Dadurch erhält eine technische Handlung eine zeitspezifisch-demographische Komponente, die Habitusgruppe könnte als Kohorte im Sinne der Sozialwissenschaften betrachtet werden. Hörning argumentiert vergleichbar: Sachsysteme sind für ihn „[...] Träger für kollektive Wertvorstellungen, wirken selbst an kulturspezifischen Stilprägungen mit und befördern Weltbilder. Sie sind auch offen für neue Zwecksetzungen, liefern Optionen, können unterschiedlichen ‚Herren' (Absichten, Gebrauchserwartungen) dienen. Keinesfalls alles, was mit Hervorbringung, Verbreitung und Gebrauch von Technik zu tun hat, kann auf technisch-funktionale Nutzenerwartungen zurückgeführt werden. Gefallen am Material oder Design, Lust an Bewegung und Geschwindigkeit, Neugierde, Suche nach sozialer Anerkennung, aber auch Unsicherheit, Missfallen und Überdruss – all diese Freuden und Leiden sind mit der Alltagstechnik verbunden." (Hörning 1988, S. 65 f.) Wittpoth verweist darauf, dass die symbolische Funktion eines Gegenstands erst durch Aneignungshandlungen entsteht. „Durch unmittelbare Teilhabe an einer Praxis, die von je besonderen Daseinsbedingungen gekennzeichnet ist, werden diesen Bedingungen entsprechende Wahrnehmungs-, Denk- und Motivationsschemata verinnerlicht. [...] Das Vertrautwerden mit dieser Welt vollzieht sich entsprechend dem Erlernen der Muttersprache, mit der man zugleich lernt, in statt mit ihr zu denken." (Wittpoth 1999, S. 75) Das führt dazu, „dass die Interaktionssituation mit mehr Sinn aufgeladen ist, als die Akteure wissen." (ebd.)

Dementsprechend dienen Artefakte nicht nur als Modell *von*, sondern auch als Modell *für* gesellschaftliche Wirklichkeit. Nutzer suchen innerhalb der Rückmeldungen anderer nach einer Verortung ihres individuellen Stils im kulturellen Leben. In Nutzungshandlungen sollten neben der Instrumentalität immer auch die symbolischen und expressiven Kommunikationsangebote gesehen werden, die sie aussenden. Der Sender einer symbolischen Botschaft ist im Kommunikationsvorgang immer auch Empfänger, sodass eine „zirkuläre reziproke Kommunikation" entsteht (Graube 2011, S. 71). Dies verweist auf die Bedeutung, die Artefakte besonders für Jugendliche haben, deren „Entwicklungsaufgabe" unter anderem in der Bestimmung ihrer persönlichen Stellung innerhalb des sozialen Systems besteht. Handlungen mit Artefakten sind in solchen Kontexten zweckrational kaum zu verstehen, zumindest nicht unter dem Begriff von Zweckrationalität, der die Technik prägt.

Auch hier müssten die Ausprägungsmerkmale der Skala angepasst werden. Als Zweck müsste nicht die Kommunikation mit dem Versender einer Mail gesehen werden, sondern die Kommunikation mit demjenigen, der die Nutzung des Artefaktes beobachten kann.

Automatisierte Abläufe

Ein Schreibvorgang mit einem Stift verläuft bei Erwachsenen so weit automatisiert, dass er seinen Handlungscharakter verliert (vgl. Kapitel 2.1). Wir sind möglicherweise eher dazu bereit, das Schreiben mit einem Computer als technische Handlung zu identifizieren, obwohl das nicht schlüssig ist, da ein Stift genauso wie der Computer ein Sachsystem ist, wenngleich ein einfacher aufgebautes. Wenn die Nutzung des Computers noch nicht automatisiert ist oder wenn Funktionen gezielt und unter Aufmerksamkeit verwirklicht werden, so erhält das Schreiben dort in der Tat einen technischen Charakter. Das kann aber auch für das Schreiben mit einem Stift zutreffen, etwa beim Schreibenlernen im Kindesalter, manchmal sogar im Erwachsenenalter, wenn wir durch die Korrekturmöglichkeiten der Textverarbeitung verlernt haben, auf Anhieb fehlerfrei von Hand zu schreiben. In solchen Situationen wird sich die Person wieder auf das Schreiben selbst konzentrieren – die Handlung erhält technischen Charakter.

Für automatisierte Abläufe gilt besonders, was für jede Handlung gilt: Der Zweck der Tätigkeit liegt nicht in ihr selbst, sondern in ihrem Ergebnis. Es wurde bereits auf Hubigs Unterscheidung zwischen Zwecken, Sachverhalten und Mitteln hingewiesen. Als Mittel bezeichnet er Objekte, Ereignisse mit den Objekten (sein Beispiel: der Hammer und das Schwingen des Hammers) oder institutionelle Strukturen (Hubig 2011a, S. 171). Während Zwecke ihren intentionalen Charakter im Moment der Erfüllung verlieren, bleiben Mittel immer als solche bestehen: „[...] ihr ‚Werkzeugcharakter' ermöglicht verschiedene intentionale Interpretationen, hängt jedoch nicht von einer bestimmten Interpretation ab." (A. a. O., S. 172)

Eine interessante Frage in diesem Zusammenhang ist die, ob das Fernsehen eine technische Handlung ist[46]. Mit Hubig geantwortet: Das Fernsehgerät und das Bedienen seiner Funktionen sind Mittel (Objekte und Ereignisse mit den Objekten), nicht Zweck. Zweck ist „das Sich-Unterhalten" oder „das Sich-Informieren", und der ist im Moment seiner Verwirklichung Sachverhalt, nicht mehr Zweck. Das Fernsehen selbst wäre in diesem Sinn keine technische Handlung.

[46] Aufgeworfen wurde sie von W. Kosack am Rande einer Tagung.

Mit der Beantwortung dieser Frage wird noch einmal die Grenze des Sprachgebrauchs von „technischen Handlungen“ deutlich. Der Mensch handelt, indem er eine Absicht planvoll verwirklicht. Wenn sich die Absicht nicht ausdrücklich auf Technik bezieht, besteht das Technische an ihr in der Art und Weise, wie sie umgesetzt wird, inwiefern sie also den in der Technik üblichen Handlungsgewohnheiten entspricht. Was „üblich“ ist, wird durch geschichtliche Erfahrungen und durch die technische Praxis, auch durch die technische Lehre beeinflusst, ist letztlich also historisch bestimmt. Das legt die Frage nahe, inwiefern die Interpretation einer Handlung als *technisch* erst retrospektiv erfolgen kann. Durch die Interpretation wird nicht die Handlung verändert, sondern der Blick auf sie. Das „Gebäude“ bei Kuhn – ein geistiges Artefakt – wird gebildet durch die Zuordnung der Merkmale technischer Handlungsmodi, wie sie oben vorgeschlagen ist.

Destruktive Handlungen

Ein Sonderfall von Handlungen mit Sachen ist ihre Integration in Gewalthandlungen. Wenn in Großstädten gerade die teuren Autos in Brand gesteckt werden, wenn gezielt die sauber hergerichteten Fassaden beschmiert werden, wenn im Streit am Lieblingskleidungsstück gerissen wird, wenn „Anonymus“ die Webseiten von Banken lahmlegt, dann richtet sich die Aggression aus verschiedenen Gründen gegen Sachen: Schäden an Objekten sind weniger gravierend als an Personen, teure Reparaturen oder Neubeschaffungen schmerzen den Geschädigten mehr als billige, Sachen können oft keine Auskunft darüber geben, wer sie beschädigt hat. Aber besonders bedeutsam ist: Der Porsche Cayenne wird vom Besitzer selbst als Symbol seiner Verfügungsmöglichkeiten über Geld und Ressourcen eingesetzt; die schön renovierte Fassadenlinie in Städten wird als Ausdruck eines „Bei uns ist alles schön“-Gefühls dargestellt (das Motto des bekannten Wettbewerbs lautet „Unsere Stadt soll schöner werden“ und nicht „Unsere Stadt soll sozialer werden“). An vielen Beispielen für Aggressionen gegen Sachen kann die symbolische Funktion der Handlung deutlich erkannt werden. Genau betrachtet handelt es sich weniger um Gewalt gegen Sachen – das technische Objekt wird in seiner gesellschaftlichen Aussagekraft verstanden, die Destruktion gilt dem Symbol, nicht dem Ding.

Ein zweiter Aspekt destruktiver Handlungen ist die Zerstörung *mithilfe* technischer Gegenstände, Mittel und Prozesse. Die Geschichte der Technik ist auch eine des Krieges. Ein wichtiger Antrieb zu Weiterentwicklungen bei der Erschließung von Rohstoffen und Energie, im Maschinenbau oder in der Steuer- und Regeltechnik entstammt einem Machtdenken, das militärische Mittel für die Durchsetzung seiner Interessen nutzt (als Überblick: Buchheim und

Sonnemann 1990). Beeinflusst durch die Möglichkeiten, die technische Neuerungen auf dem Gebiet der Militärtechnik boten und bieten, aber auch durch die finanziellen Mittel, die in diesem Feld zur Verfügung gestellt werden, werden bedeutende ingeniöse Kapazitäten gebunden. Das Wettrüsten militärischer Mächte vollzieht sich immer quantitativ und qualitativ, sodass sich Kriege wie Programme zur Technikentwicklung auswirken. Auch wenn es schwerfällt, lassen sich die Ausprägungen der Skala auf solche Handlungsformen erstaunlich gut übertragen, allerdings nur unter Berücksichtigung des Zwecks der inhumanen Machtausübung.

3.5 Ein allgemeines Modell technischer Handlungen

Die Merkmale technischen Handelns sind von ihrer Reichweite und Bedeutung her nicht gleichwertig. Zweckverfolgung und soziotechnische Integration sind *absolute Merkmale*, die entweder vorliegen oder nicht. Rationalität der Entscheidungen und der Funktionsmodus sind dagegen *relative Merkmale*, die vom verfolgten Zweck, den äußeren Bedingungen und den Rahmenbedingungen der Handlung abhängen. Wer Hunger hat und auf eine wilde Brombeerhecke stößt, handelt sehr zweckmäßig, wenn der den erstbesten Ast verwendet, um die Brombeertriebe zu sich heranzuziehen. Optimierungsstrategien werden erst dann nötig, wenn die einfache Variante der Bedürfnisbefriedigung scheitert.

Der Zweck übernimmt innerhalb der vier Merkmale eine Leitfunktion. Die drei anderen sind ihm untergeordnet, ihre Verhältnismäßigkeit bestimmt sich vom Zweck her. In der folgenden Abbildung wird die Beziehungsstruktur abgebildet:

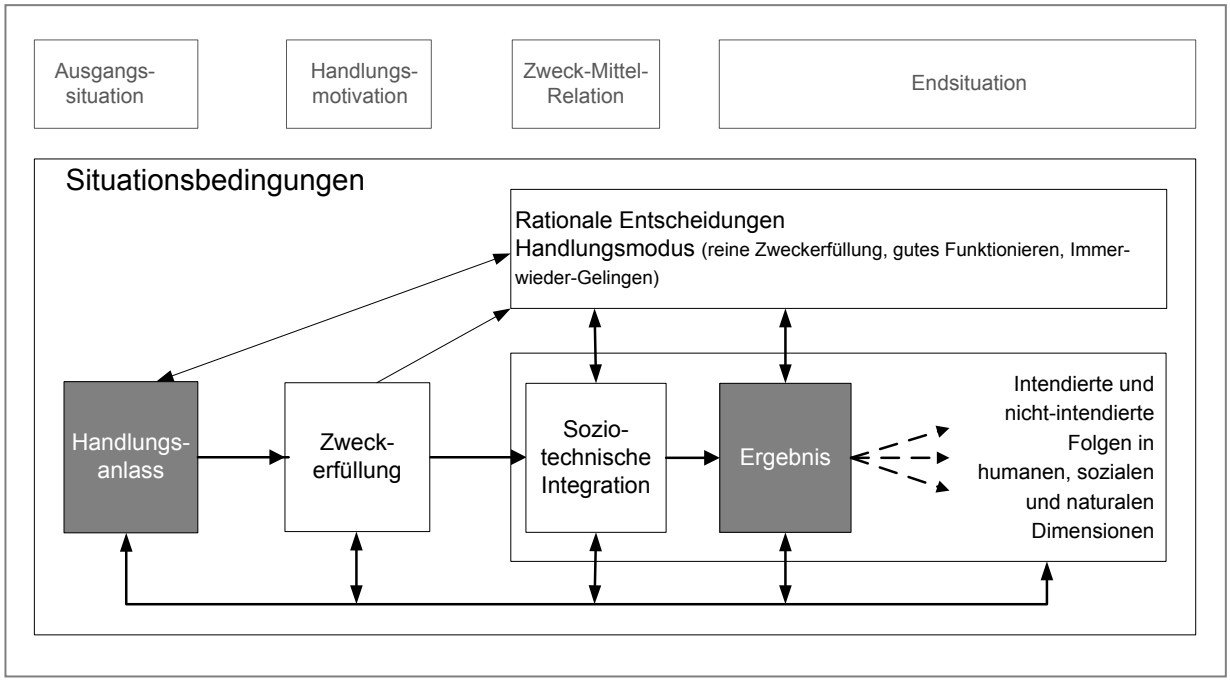


Abbildung 24: Beziehungsgefüge der Merkmale technischer Handlungen

Die Darstellung zeigt vier Bestimmungsfelder technischer Handlungen: Die Ausgangssituation, die Handlungsmotivation, die Art der Verknüpfung zwischen Zweck und eingesetzten Mitteln und die Endsituation.

Ausgangssituation und Motivation sind keine Felder, in denen spezifisch technisches Denken oder Handeln wirksam werden muss. Dieses setzt spätestens mit der Entscheidung ein, die Handlung nicht irgendwie durchzuführen, sondern in einer bestimmten Art und Weise. Dazu gehört zum einen das Integrieren von Gegenständen, wodurch die Handlung „mittel-bar" wird, und zweitens Maßnahmen, die einen „guten" Ablauf und ein „gutes" Ergebnis sichern. Bei Entscheidungen wird rationales Abwägen zwischen Zweck, Bedingungen und Mitteln bevorzugt, da dies die größten Erfolgsaussichten verspricht. Die beiden relativen Merkmale werden als Querschnittsmerkmale über die gesamte Ausführung bis hin zur Bewertung des Ergebnisses und der Folgen verstanden. Da grundsätzlich auch ohne bzw. mit geringem Einfluss dieser beiden Merkmale gehandelt werden kann, sind sie vom „Block" des Handlungsvollzugs getrennt dargestellt.

An jeder Stelle innerhalb der Handlung *können* bewertende Rückversicherungen zu den einzelnen Bestimmungsfeldern erfolgen, die Handlungsmodi des guten Funktionierens und des Immer-wieder-Gelingens verlangen solche Abgleiche geradezu. In ihnen werden zunehmend nicht nur das unmittelbar wahrnehmbare Handlungsergebnis in die Bewertung einbezogen, sondern auch alternative Verwirklichungen und nicht-intendierte, fernwirkende Folgen. Die-

se können, in Übernahme der Ropohl´schen Dimensionen von Technik, in humane, soziale und naturale Bereiche unterschieden werden. Der Begriff der Fernwirkung bezieht sich auf räumliche, zeitliche, persönlichkeitsprägende und auf sozial-politische Folgen. Die Verpflichtung, Folgen in die Bewertung einzubeziehen, kann nicht aus dem Handlungsanlass selbst „abgeleitet“ werden, sie kann nur als Fragestellung eines sich zur ethischen Betrachtung verpflichtet fühlenden Menschen erwachsen (vgl. Kapitel 4.4).

Sowohl die sachtechnischen Bewertungen als auch die ethischen müssen bidirektional wirkend verstanden werden. Sie sind nicht nur das Ergebnis von Datenaufnahme und -bewertung, sondern wirken prinzipiell auf den weiteren Handlungsverlauf zurück. Dies wird über die doppelt-gerichteten Pfeile dargestellt.

Wenn vom Verwenden technischer Artefakte gesprochen wird, dann sollten Artefakt und Mensch, Handlungsobjekt und Handlungssubjekt, nicht als voneinander getrennte Systeme betrachtet werden. Sie verschmelzen im Handlungszusammenhang zu einer *Sinneinheit aus Absicht und Mittel*. Wohlgemerkt: Nicht Mensch und Sache verschmelzen zu einer Einheit, sondern menschliche Absicht und Mittel. Technik lässt sich nur unter Berücksichtigung des Sinnzusammenhangs seiner Entstehung oder Verwendung verstehen: Die auf den politischen Gegner geworfene Tomate dient nicht als Nahrungsmittel, sondern als Diffamierungsmittel – für sich genommen ist sie eine Pflanze, kein Mittel.

Zweckverfolgend sind alle Handlungen. Dargestellt wurde, wie durch die Einbindung von Artefakten spezifische Möglichkeiten entstehen, persönlichkeitsentfaltende und sozial-kommunikative Zwecke zu verfolgen. Dass diese ihren Antrieb aus Sphären unterhalb der Bewusstseinsschwelle erhalten, macht sie nicht vernachlässigbar, sondern nur analytisch und empirisch schwerer fassbar.

In der folgenden Abbildung sind diese Überlegungen in Erweiterung des Schemas des „Beziehungsgefüges der Merkmale technischer Handlungen“ zusammengefasst. Sind die bisherigen Darstellungen als Entwicklungsformen zu verstehen, liegt hiermit ein allgemeines Modell technischen Handelns vor.

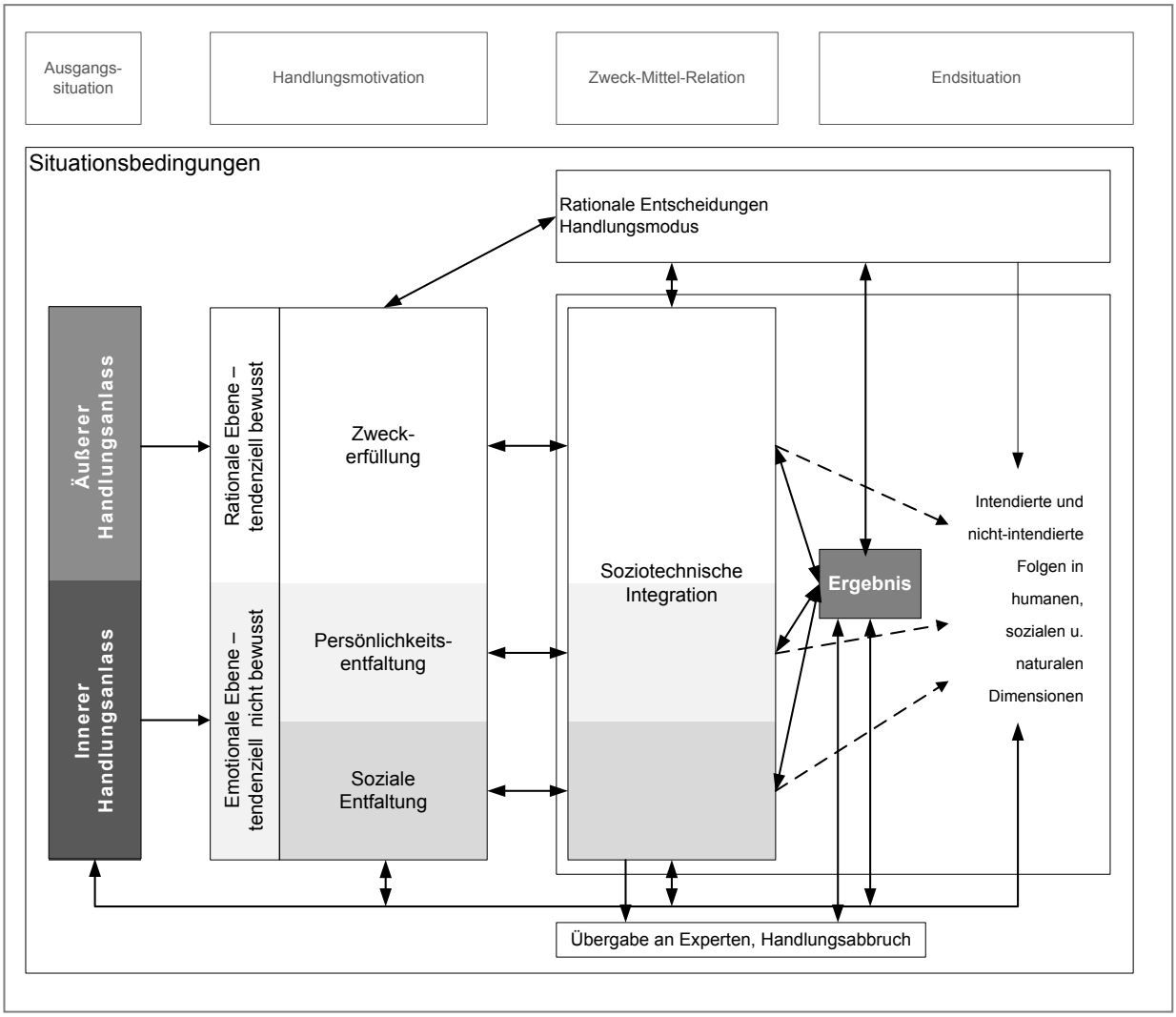


Abbildung 25: Allgemeines Modell technischen Handelns

Zunächst wird der Handlungsanlass in äußere und innere Komponenten unterschieden. Die Ebene des äußeren Anlasses ist identisch mit dem Schema des Beziehungsgefüges der Merkmale technischer Handlungen (vgl. Abbildung 24). Auf der Ebene der inneren Anlässe werden subjektiv-persönliche und sozial-kommunikative Motivationen unterschieden. Hier lassen sich Antriebe der intentionalen Selbstentwicklung genauso einordnen wie die Funktionen, die Habermas dem Umgang mit „persönlichen Objekten“ zuordnet (Stimmung und Befindlichkeit, Selbstkommunikation, Selbstdarstellung usw.), die Erkenntnisse zu Selbstwirksamkeitserfahrungen oder die Modelle zu Motiven menschlicher Handlungen (z. B. Aneignung, Vergegenständlichung, Autonomie und Verbundenheit).

Es wird angenommen, dass die Zusammensetzung der Handlungsmotivationen die soziotechnische Integration maßgeblich beeinflusst. Es sei an Keysers erinnert, der, leicht selbstironisch, von seinem „geliebten MacBook Air“ spricht, oder an Kinder, die Hilfe standhaft

ablehnen, weil sie ein Problem selbst lösen wollen und damit sogar gelegentlich die (auf der äußeren Anlassebene liegende) Zweckerfüllung riskieren. Daher führen Verknüpfungspfeile von der personalen und der sozialen Ebene[47] in das Feld der soziotechnischen Integration. Aus denselben Überlegungen heraus führen Pfeile aus allen drei Ebenen zum Handlungsergebnis und zu den Folgen. Deren Beurteilung hängt eng mit den Motivationen und den persönlichen Einstellungen zusammen. Wer in einem sozialen Umfeld handelt, dass das Beachten bestimmter Handlungsfolgen einfordert, wird sich kaum erlauben, sie zu missachten. Dort kann es zum guten Ton gehören, das Bedenken von Auswirkungen eines Verhaltens demonstrativ „vor sich herzutragen", was beispielsweise bei der freiwilligen „Ökoabgabe" als Kompensation für die Umweltbelastung durch Flugreisen oder an den ausführlichen Auflistungen der ökologischen, gesundheitlichen und politischen Vorteile vegetarischer Ernährung bei einem Grillfest beobachtet werden kann.

Auf der emotional geprägten Handlungsebene spielen rationale Überlegungen eine untergeordnete Rolle. Daher sind die Prozessmodi *Rationalität* und *Modus des guten Funktionierens* ausschließlich der rationalen Ebene zugeordnet. Auch hier wurde auf Trennlinien zwischen beiden Ebenen verzichtet.

Abschließend müssen noch einige Anmerkungen zur Verdichtung des Verständnisses des Menschen in dem Handlungsmodell gemacht werden. Die Trennung innerer und äußerer Aspekte einer Person hat eine lange Tradition (zum Überblick: Meinberg 1988). Mit dem „Symbolischen Interaktionismus" wird der Mensch nicht einfach als soziales Wesen verstanden, sondern als eines, das seine Sozialität aktiv beeinflussen kann. Damit wird eine Gegenposition zu deterministischen Menschenbildern formuliert. Der rationale Entscheidungsmodus im Modell stellt für die Person gewissermaßen eine Garantie dar, dass sie nicht zum Spielball von Zufällen, „der Technik" oder gesellschaftlicher Normen wird. Identität entsteht im Ausbalancieren zwischen Individuation und Sozialisation. Kern dieser Identitätsbildung ist die Person – daher wurde das Motiv der Persönlichkeitsentfaltung im schematischen Aufbau des Modells direkt an die Ebene der Zweckerfüllung gesetzt. Es wäre durchaus sinnvoll, die Ebene der sozialen Interaktion an die Ebene der äußeren Handlungsanlässe zu positionieren, da in der sozialen Interaktion Dinge als Symbole der Kommunikation eingesetzt werden. Letztlich ist die gewählte Darstellung auch eine Positionierung gegen deterministische Technikvorstellungen („Das Auto hat das Kind angefahren") – der Mensch wird als Gestaltender der Technosphäre verstanden.

[47] Diesem Modell liegt das Konzept einer Person von Halder und Müller zugrunde. Es wird, aus Gründen des thematischen Zusammenhangs, in Kapitel 5.1.2 dargelegt.

3.6 Technische Handlungsbereiche

Mit dem allgemeinen Modell technischer Handlungen sollen Grundzüge jeder technischen Handlung dargestellt können. Oben wurde auf die Disparität der Technik hingewiesen. In der Folge sollen technische Handlungen in ihrer Vielfalt konkretisiert werden. Dazu ein Beispiel aus einem Lehrbuch für Industriemechaniker. Dort werden als technische Handlungsformen *Sägen, Feilen, Schleifen, Drehen, Fräsen, Räumen, Schleifen, Abrichten, Auswuchten, Prüfen, Messen* usw. aufgelistet (Hahn et al. 2007). Dies sind technikspezifische Tätigkeiten, die aber keine vollständige Handlung benennen, sondern eng begrenzte Verrichtungen, die nur im Kontext eines größeren Lebenszusammenhangs sinnhaltig werden. Demgegenüber existieren mehrere Ansätze, technische Handlungsformen nicht nur additiv aneinanderzureihen, sondern systematisch zu ordnen.

3.6.1 Gruppierungen technischer Handlungen

Zunächst sollen vier dieser Ansätze dargestellt werden.

Halfins „mental processes used by practicing technologists"

Ein in der angloamerikanischen Literatur häufig zitierter Ansatz ist Halfins „Liste mentaler Prozesse" in technischen Handlungssituationen. Er wertete Äußerungen professioneller Erfinder und Techniker über ihre Arbeit aus[48] und ermittelte folgende Handlungsformen (Halfin 1973, zitiert nach Hill 1997, S. 33 f.):

- Vorstellen (Visualizing): Wahrnehmen eines Phänomens oder Problems in Form einer mentalen Repräsentation, aufbauend auf der Erfahrung des Subjekts.
- Definieren (Defining): Eingrenzen der Wege, die zu einer erfolgreichen Lösung führen können.
- Analysieren: Aufteilen eines Phänomens in Teilaspekte, auch eines Prozesses in Teilschritte.
- Mathematisieren (Computing): Nutzen mathematischer Denkweisen und Operationen, um einen Sachverhalt zu beschreiben, zu bewerten, zu quantifizieren.
- Kommunizieren: Übermitteln von Informationen oder Ideen an einen Empfänger.
- Messen: Beschreiben charakteristischer Merkmale eines Phänomens in einer auf andere Sachverhalte übertragbaren bzw. in eine mit ihnen vergleichbare Form.

[48] U. a. von Thomas Edison, Frank Lloyd Wright und Buckminster Fuller.

- Prognostizieren: Antizipieren zukünftiger Zustände auf der Grundlage von Fachwissen.
- Fragen und Hypothetisieren: Stellen gezielter Fragen als Grundlage des Erforschens unbekannter Größen; eingeschlossen sind das Isolieren und Erfragen von Variablen, die einen Sachverhalt beeinflussen.
- Interpretieren von Daten: Klären, Bewerten und Übersetzen der Bedeutung von Daten.
- Konstruieren: Erstellen von Modellen und Prototypen durch Entwickeln, Gestalten oder Verbinden von Teilen.
- Experimentieren: Systematisches Bestimmen der Ursache-Wirkungszusammenhänge eines Sachverhaltes zur Bestätigung von Hypothesen oder zur Auswahl aus einer Reihe von Alternativen.
- Testen: Bestimmen der Tragfähigkeit einer Lösung, auch um Optimierungsbedarf zu ermitteln.
- Gestalten (Designing): Erfinden, Entwerfen, Zeichnen, Planen eines Objektes[49].
- Modellbildung: Bilden eines generalisierten Modells in grafischer, materieller oder schriftlicher Form.
- Erschaffen (Creating): Kombinieren grundlegender Komponenten eines Phänomens zu einer Einheit, die einen Bedarf befriedigt.
- Bewältigen bzw. Verwalten (Managing): Alle Aspekte des Planens, Organisierens, Koordinierens der Inputs und Outputs eines Systems.

Auch wenn Halfin ursprünglich auf mentale Prozesse fokussiert, so enthält seine Liste doch Handlungsformen, da sie Prozesse beschreibt, die nicht mental bleiben, sondern physisch umgesetzt werden. Sie können als Fähigkeiten gelesen werden, die in Handlungen quer durch verschiedene technische Berufe erforderlich sind. Der Konstrukteur benötigt Teile von ihnen genauso wie der Handwerker oder der Maschinenführer. Auf der anderen Seite greift aber auch der Psychotherapeut, die Industriekauffrau oder der Lehrer auf sie zurück – alles keine technischen Berufe. Halfins mental processes stellen Teile einer Handlung dar, einzelne Formen der Problembewältigung oder Erkenntnisgewinnung, die für sich genommen, ohne einen Lebenszusammenhang, in den sie eingebettet sind, nicht sinnfällig sind. Vergleichbar geht Hein vor, der folgende technische Handlungen benennt: „Beschreiben von Eigen-

[49] Hill, der Halfins "mental processes" referiert, baut auf einem soziotechnischen Konstruktionsverständnis auf, das in den deutschen Technikwissenschaften keine Selbstverständlichkeit ist: „The process of conceiving, creating, inventing [...] or proposing a goal to meet the societal needs, desires, problems, or opportunities to do things better." (Hill 1997, S. 35, Unterstreichung MB)

schaften, Abwägen, Pflichtenheft erstellen, Planen, Analysieren, Suchen nach und Bewerten von Lösungen, Auswählen, Entwerfen, Ausarbeiten, Beschaffen, Organisieren, Herstellen [...], Transportieren, Verkaufen, Montieren [...]“ (Hein 2013, S. 10). Halfin und Hein ordnen ihre Tätigkeiten entlang eines imaginären Problemlöseablaufes von der Erfassung der Problemlage bis hin zur Ausführung des gelösten Problems. Der Zweck, der mit einer technischen Handlung erfüllt werden soll, wird bei ihnen ausgespart.

Gruppierung nach dem Grad der Institutionalisierung

Die bereits dargelegte Unterscheidung technischer Handlungen nach dem Institutionalisierungsgrad, in den sie eingebunden sind, könnte als Ordnungskategorie herangezogen werden, mit der nicht nur Handlungsteile aufgelistet, sondern der für die Art der Ausführung bestimmende Zusammenhang analysiert werden könnte. Dabei stehen sich Handlungen mit einer hohen Verbindlichkeit vorgeschriebener und überprüfter Bedingungen und Ausführungen (prototypisch: professionelle Handlungen) und solche, die individuellen Zuschnitten unterliegen (prototypisch: Alltagshandlungen), gegenüber.

Beispiele für stark institutionalisierte Handlungen sind Fertigungsprozesse nach Arbeitsunterlagen oder das Abarbeiten von Arbeitsgängen nach Handbüchern. Besonders das letztgenannte verdeutlicht, dass auch Laienhandeln institutionalisiert sein kann. Laien werden z. B. über Garantieregelungen gedrängt, Nutzungsanleitungen zu befolgen.

Gruppierung nach Grundbedürfnissen, die befriedigt werden

Da Technik final bestimmt ist, bietet sich eine Unterscheidung nach dem Zweck an, der mit einer Handlung erfüllt werden soll. Hier liegen mehrere Strukturierungsvorschläge vor, z. B. die „Bedürfnishierarchie“ von Maslow. Er schlägt eine Einteilung menschlicher Bedürfnisse in fünf Ebenen vor: Angefangen bei physiologischen Grundbedürfnissen wie Schlaf, Nahrung und Wohnen nimmt die Wichtigkeit unmittelbarer Befriedigung in folgender Reihenfolge ab: Sicherheitsbedürfnisse, Sozialbedürfnisse, Wertschätzungsbedürfnisse und Selbstverwirklichungsbedürfnisse (zitiert nach Schlagenhauf 2011, S. 31).

Auf der Maslow´schen Bedürfnishierarchie bauen andere Vorschläge auf. Die Sozialwissenschaften beispielsweise benennen sieben „Daseinsgrundfunktionen“: In Gemeinschaft leben, sich versorgen, wohnen, arbeiten, sich bilden, sich erholen, am Verkehr teilnehmen (Rinschede 2007, S. 127). Diese Handlungsbereiche sind eng an wirklichen Anlässen orientiert, weniger formalisiert als bei Maslow. Speziell für den Bereich der Befriedigung

menschlicher Bedürfnisse[50] durch technische Mittel werden „individuell und gesellschaftlich bedeutsame Problem- und Handlungsfelder“ vorgeschlagen: Arbeit, Produktion und Produkte, Bauen und gebaute Umwelt, Versorgung und Entsorgung, Transport und Verkehr, Information und Kommunikation (Sachs 1979, S. 72 und Sachs 2005, S. 10), Haushalt und Freizeit (VDI), Schützen und Sichern, Ernährung, Hygiene und Gesundheit, Selbstentfaltung und Lebensgestaltung (Schmayl). Der Ansatz der Problem- und Handlungsfelder wurde von Sachs in die Diskussion eingebracht, um in der curricularen Arbeit Suchfelder für Inhalte des Technikunterrichts bestimmen zu können.

Gruppierungen entlang einer Entwicklungslinie

Mehrere Ansätze legen ein spezifisches Ablaufschema eines Handlungsprozesses zugrunde. In der beruflichen Bildung wird häufig auf das Konzept der *„vollständigen Handlung“* zurückgegriffen, das die Phasen *Informieren*, *Planen*, *Entscheiden*, *Ausführen*, *Kontrollieren*, *Bewerten und Qualität sichern* postuliert. Meist werden die Handlungsphasen, die stark an das Rubikonmodell erinnern, als „Handlungskreis“ dargestellt. Damit wird angedeutet, dass jede professionell ausgeführte Handlung einen Lernzuwachs und eine Qualitätssteigerung beinhalten sollte. Die abschließende Bewertungsphase dient dann dazu, die Erfahrungen der durchlaufenen Aufgabe auf eine allgemeine Ebene zu heben, sodass die Informationsphase der Folgehandlung sachkundiger erfolgen kann. Das Konzept der „vollständigen Handlung“ ist Teil der Umorientierung in der beruflichen Bildung von disziplinär ausgerichteten Ausbildungsarrangements hin zu Lernfeldern, die aus berufstypischen Handlungssituationen abgeleitet werden (vgl. Bader und Sloane 2000, S. 72). In der Ausbildung zu industriellen Metallberufen werden beispielsweise die Lernfelder *Fertigen von Bauelementen, Prüfen, Herstellen einfacher Baugruppen* und *Warten technischer Systeme* eingeteilt (vgl. Haffer 2007). Hier reagiert die Didaktik der beruflichen Bildung auf Erfahrungen, dass Fachkräfte zu Beginn ihrer beruflichen Tätigkeit Schwierigkeiten haben, die in der Ausbildung erworbenen Fähigkeiten in reale Arbeitsprojekte einzubringen.

Nicht an einem Arbeitsprojekt, sondern am *Lebenszyklus eines technischen Systems* orientiert sich eine weitere Einteilung. Er beginnt mit der Bedarfsermittlung und endet mit der Entsorgung bzw. der Beseitigung der Folgen auf höheren Systemebenen (lokal, regional, global). Es entsteht ein Kreislauf, der sich grob in die Segmente Technikgenese, Verteilung (Distribution), Technikverwendung und Technikauflösung gliedern lässt:

[50] Schlagenhauf spricht von „Handlungserfordernissen“ (Schlagenhauf 2011, S. 29).

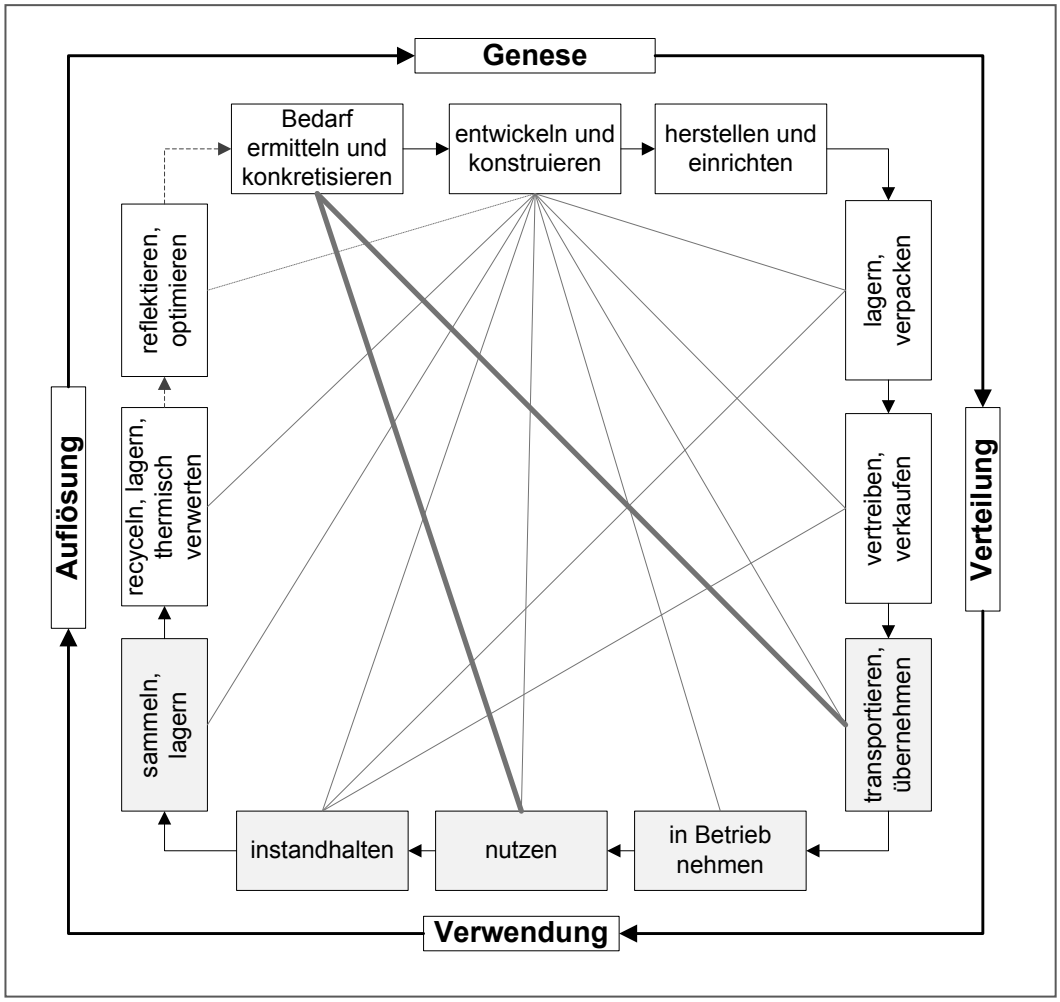


Abbildung 26: Technische Handlungsbereiche, nach der Produktontogenese geordnet

Die Phase der *Technikgenese* beginnt mit dem Erfassen und Konkretisieren eines Bedarfs und führt über die Entwicklung und Konstruktion zur Produktion. Es folgt die *Verteilung* der Produkte, die mit Lagerhaltung, Verpackung, Vertrieb, Transport und Übernahme im Bereich der Dienstleistungen liegt. Zur Phase der *Technikverwendung* gehören die Inbetriebnahme, das Nutzen und die Instandhaltung. Hier dominieren mengenmäßig die Handlungen von Laien, trotzdem sind gerade diese wissenschaftlich kaum untersucht. Das hat besonders zwei Gründe: Zunächst unterliegen Laien keinem Zwang, nach einer Vorschrift oder Norm vorzugehen. An Anleitungen des Herstellers werden sie sich bei Verhaltensunsicherheit halten oder dort, wo durch Konstruktion und Produktgestaltung ein erkennbarer Nutzungspfad nahegelegt oder erzwungen wird. Meistens jedoch werden sie so vorgehen, wie sie es gewohnt sind, und das kann dann sehr individuell und damit schwer zu prognostizieren sein. Zweitens wird die Erforschung technischen Handelns von finanziellen Interessen bestimmt, und damit liegt der Schwerpunkt im professionellen Bereich. Dort können die finanziellen Mittel leicht aufgebracht werden, wenn der Auftraggeber erwarten kann, dass sich seine In-

vestition amortisiert. Wie Nutzer in privaten Kontexten mit Produkten umgehen, ist allenfalls unter dem Aspekt der Sicherung oder Ausweitung des Marktanteils von Interesse – zum Verbraucherverhalten sind entsprechend zahlreiche Studien vorhanden. In der Phase der *Auflösung von Technik* wird das Artefakt schließlich eingesammelt, in seine Bestandteile zerlegt, deponiert oder der Wiederverwertung zugeführt. Dabei müssen Laien aktiviert und einbezogen werden, schlicht deshalb, weil die Produkte bei ihnen verteilt sind.

In Abbildung 26 sind diejenigen Handlungsbereiche grau unterlegt, in denen schwerpunktmäßig in schwach institutionalisierten Zusammenhängen gehandelt wird. Die Konzentration im Bereich der Verwendung wird deutlich, lediglich an den Schnittstellen zur Distribution und zur Auflösung sind gering institutionalisierte Handlungskontexte vergleichbar bedeutsam. Das Liniengeflecht im Zentrum der Grafik soll die Wechselbeziehungen zwischen den vier Handlungsbereichen sichtbar machen. Am dichtesten vernetzt sind die Bereiche *entwickeln und konstruieren* bzw. *instandhalten*. Hier werden systematisch Daten erhoben, um das Produkt verbessern zu können. Die Verbindungslinien von der Bedarfsermittlung und –konkretisierung sind hervorgehoben, da sie in einer produktontogenetischen Betrachtung die größte Wirksamkeit haben. Produkte müssen verkauft werden, und was unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten negativ bewertet wird, fällt in aller Regel aus dem weiteren Prozess heraus. Die Verknüpfungen zwischen der Instandhaltung und der Lagerhaltung bzw. dem Vertrieb ergeben sich aus dem Ersatzteilbedarf. Inwieweit der Prozess nach dem Verwerten tatsächlich zu einem Kreis geschlossen wird oder ob es sich eher um einen theoretisch möglichen Aspekt handelt, ist unklar. Daher wurden diese Verbindungslinien nur gestrichelt dargestellt.

Da die Ontogenese eines Gegenstands in der Technikdidaktik ein häufig verwendetes Gliederungssystem ist (Hein richtet seine oben zitierte Liste daran aus und sie liegt der Systematik der Methoden des Technikunterrichts zugrunde), und da die einzelnen Handlungsfelder jeweils spezifische Handlungsformen bedingen, werden sie in der Folge genauer beleuchtet.

3.6.2 Der Handlungsbereich Technikgenese

Im Bereich der Technikgenese werden Handlungen zusammengefasst, die mit der Entstehung von Technik zusammenhängen. Auch im privaten und im öffentlichen Leben kommen sie täglich vor. Einige Beispiele: Der Hausmann überlegt, wie er seine Putzmittel so aufbewahren kann, dass sie unauffällig verstaut werden können, dass Putzlappen und Eimer aber gut abtrocknen. Das Kind tüftelt, wie es seine geheime Schatzdose so verstecken kann, dass

die Eltern sie nicht finden und es die Dose selbst aber mühelos erreichen kann. Sein Bruder kann die Bremse an den Inline-Skates nicht auswechseln und entwickelt eine andere Form des Bremsens. Eine Lehrergruppe sucht nach einer Lösung, wie Schüler ihre Fahrräder so abstellen können, dass häufig auftretende Beschädigungen in den Griff zu bekommen sind. Die Mitarbeiter eines Amtes suchen nach einer Lösung, wie Broschüren übersichtlich geordnet und ansprechend präsentiert werden können. Parteien machen sich Gedanken, wie sie im Internet Aufmerksamkeit erzielen können.

Trotzdem gelten gerade das Entwickeln, Konstruieren, Gestalten und Herstellen als prototypische Bereiche für technisches Handeln in beruflichen, stark institutionalisierten Zusammenhängen.

Das Entwickeln und Konstruieren

Wenn auch in jedem Handlungsbereich innovative Leistungen erforderlich sind, so ist der des Entwickelns und Konstruierens von seiner Grundanlage her auf Innovation angelegt – er gilt als Verkörperung des Ingeniösen[51].

Zum Begriff der Konstruktion

Der lateinische Begriff *constructio* bedeutet „Bau“, wurde aber auch im Sinn von „Aufstellung der Bücher“ verwendet (Skutsch und Stowasser 1971). Das Verb *construo* wird überwiegend mit aufschichten, aufhäufen und errichten übersetzt. Ursprünglich bezog sich seine Verwendung auf das Aufschichten von Steinen zu einem Bau – bemerkenswert, dass auch hier, wie bei *techné*, eine Kunstfertigkeit im Hausbau und damit eine an der Schwelle der Sesshaftwerdung des Menschen zur Namensgeberin wurde. Das Entwickeln und Konstruieren steht dafür, dass der Mensch seine Lebensweise nicht mehr bedingungslos an die Gegebenheiten der Natur anpasst, sondern dass er umgekehrt die Natur nach seinen Bedürfnissen gestaltend verändert. Die Herkunft des Begriffs des Konstruierens aus grundlegenden menschlichen Bedürfnissen zeigt sich auch darin, dass bis ins Mittelalter eine Bedeutungsvariante von „konstruieren“ die Urbarmachung von Land bzw. der Ackerbau war (Holz 2000, S. 81).

Eine wichtige Bedeutungserweiterung ist die Übertragung des Begriffs auf geistige Leistungen. Nach Holz wird ab dem 15. Jahrhundert unter „Konstruktion“ sogar zuerst das Bilden eines Gedankengebäudes verstanden und erst in zweiter Linie das Gestalten eines materialen Systems (ebd.). Damit sind die zwei Grundrichtungen konstruktiven Handelns angelegt: die

[51] Tuchel sieht die „schöpferische Konstruktion als Mittelpunkt der Ingenieurarbeit“ (Tuchel 1967, S. 23).

Analyse eines Phänomens oder Sachverhalts in Grundeinheiten und die Synthese dieser Elemente zu einem neuen Ganzen. Für Schelsky charakterisiert diese Abfolge von Erkennen von Möglichkeiten durch gedankliche Strukturierung der Umwelt und die anschließende Zusammensetzung der im ersten Schritt analysierten Elemente nach dem „Prinzip der höchsten Wirksamkeit“ (Schelsky 1965, S. 445) einen Ausdruck moderner Technik schlechthin. In ihr werden, so Schelsky, anders als im Verständnis der Technik als Antwort auf eine mangelhafte Organausstattung des Menschen, Werkzeuge nicht als Analogie zu den Händen betrachtet, sondern als Ausdruck geistiger Freiheit und Flexibilität.

Entwickeln zwischen Intuition und Rationalismus

Bei einer vergleichenden Betrachtung der Verwendung des Konstruktionsbegriffs fällt eine Zweiteilung auf. Während die Technikphilosophie in der Konstruktion grundlegende anthropogene Eigenschaften in Idealform verwirklicht sieht (das schöpferische Gestalten der Welt, die Exzentrizität des Menschen, die geistige Fähigkeit zum Ordnen der Welt) und ihre Betrachtungen über Technik oft auf diesen Handlungsbereich konzentriert, fällt in den Konstruktionswissenschaften eine geradezu nüchterne Grundhaltung auf. Ein Beispiel aus Vorlesungsunterlagen zur Konstruktionslehre von Feldhusen, das besonders im Kontrast zu Schelsky diese unterschiedliche Sicht verdeutlicht: „Konstruieren ist die Überführung des Konstruktionsmodells (KM) n der Konstruktionsphase n in das Konstruktionsmodell n+1 der Konstruktionsphase n+1 unter Anwendung der Methoden n und der Produktdaten n, unter Erzeugung der Produktdaten n+1“ (Feldhusen 2011, S. 50).

An dieser Definition sind zwei Aspekte hervorzuheben: Zunächst wird eine rein formale Begriffsbestimmung vorgenommen, die kaum Rückschlüsse auf die Grundaufgabe einer Konstruktion ermöglicht – auf das Verwirklichen von Zwecken, auf das Befriedigen menschlicher Bedürfnisse. Zweitens beschränkt Feldhusen das Konstruieren auf dessen methodisch-systematische Vorgehensweise. Demnach besteht Entwicklungshandeln im methodischen Weiterentwickeln eines Modells, interessanterweise geht er von einem Konstruktionsmodell als Basis aus und nicht von einem Bedarf. Vergleichbares findet sich im „Dubbel“, einem der Standardhandbücher für den Maschinenbau, wo Konstruktion ebenfalls als methodengeleitetes Erstellen von Modellen dargestellt wird (Beitz 1990, S. F11).

Nun entsteht mit den formalen Beschreibungen der Konstruktionslehre der Eindruck, als handele es sich bei ihrem Geschäft um das Erledigen einer in einer Anleitung beherrschbaren Aufgabe. Dass aber bei jeder Neuentwicklung der Boden gesicherter Erkenntnis und technischer Regeln verlassen werden muss, wird nicht deutlich. Hier hilft Banses Beschreibung

weiter: „Mit ‚Konstruktionshandeln' wird in den Technikwissenschaften der gedankliche Prozess des Problemformulierens (Klärung der Aufgabenstellung), Konzipierens, Entwerfens, detaillierten Ausarbeitens und Bewertens funktionserfüllender technischer Strukturen bei Beachtung vielfältiger Randbedingungen bezeichnet. Auf der Grundlage (anerkannter Ursache-Wirkungs-Beziehungen) wird vom Ziel bzw. Zweck zum Mittel vorangeschritten." (Banse 1997, S. 3) Der menschliche Bedarf wird als Ausgangspunkt konstruktiven Schaffens bestimmt. Banses Formulierung deutet mit den Hinweisen auf Problemsituationen, auf einschränkende Bedingungen und auf Bewertungen eine offene Handlungssituation an. Er beschreibt Entwurfshandeln als „ein kompliziertes, individuell durchaus unterschiedliches Wechselspiel von vorhandenem Wissen, gespeicherten Erfahrungen, formulierter Problemsituation und erkannten Wissensdefiziten, von methoden- oder regelbasiertem und heuristischem Vorgehen, von Routine und Schematismus, von Phantasie und Intuition, von analysierenden und synthetisierenden gedanklichen Operationen, von langer, bewusster und unterbewusster Beschäftigung mit dem zu lösenden Problem, eingebettet in vielfältige Informations- und Kommunikationsprozesse, und der Analyse bisher verfolgter Lösungsrichtungen oder –ansätze [...]" (Banse 2000, S. 21).

Die Beziehung zwischen Banses Position auf der einen Seite und Feldhusens auf der anderen ist recht eindeutig. Banses Aussagen schließen Feldhusens nicht aus – er spricht die Notwendigkeit des regelgeleitenden Vorgehens selbst an, begründet sie aber gerade mit der Offenheit und Komplexität der Aufgaben der Entwicklung. In Feldhusens Darstellung kann dagegen Banses Nebeneinander von Unbestimmtheit und Methode, von Unterbewusstsein und Analyse kaum integriert werden. Hier zeigen sich letztlich verschiedene Perspektiven auf die Technikgenese. Feldhusen bezieht sich nicht auf den gesamten Erfindungs- und Entwicklungsprozess, den ein neues Produkt durchläuft. Zur genauen Einordnung hilft Ropohls Darstellung eines technischen Erfindungsprozesses. Am Anfang steht eine neue „Nutzungsidee" (Ropohl 2009, S. 261). Der nun einsetzende Entwicklungsprozess kann in die Phasen der wissenschaftlichen Forschung, der technischen Konzeption, der technisch-wirtschaftlichen Realisierung und der gesellschaftlichen Verwendung eingeteilt werden. Feldhusen bezieht sich schwerpunktmäßig auf die Phase der technischen Konzeption. Dies macht insofern Sinn, als nur ein kleiner Teil der technischen Entwicklungen tatsächlich *Funktionserfindungen* sind, also die „erstmalige Technisierung einer Handlungs- oder Arbeitsfunktion" (a. a. O., S. 263). Die häufigere Variante ist die der *Strukturerfindung*, bei der für eine bereits technisierte Funktion eine neue Umsetzungsvariante entwickelt wird (vgl. ebd.) und auf die sich die Darstellungen der Konstruktionslehre wohl beziehen.

Gleichwohl wird hier bezweifelt, dass sich die unterschiedliche Sichtweisen lediglich darauf zurückführen lassen, ob eine Neuentwicklung einer Nutzungsidee oder eine Teilentwicklung geleistet wird. Hinter Feldhusens Formel scheint eine rationalistische Grundüberzeugung hervor, die das Vertrauen in das Immer-wieder-Gelingen technischer Problemlösungen fast schon absolut setzt. Aspekte wie Zwänge und Bedingungen, unter denen eine Konstruktion steht, scheinen ausgeblendet zu werden. Ein Wissen um das Eingebundensein des Entwicklungshandelns in ein Interessensgeflecht von Unternehmen, technischer Wissenschaft und Praxis, Konsumenten, Arbeitnehmern und Politik (vgl. Sachs und Fies 1977, S. 46), wird stillschweigend vorausgesetzt. Ropohl benennt dagegen den Angebotsdruck, den Nachfragesog und allen voran den „Imperativ der Kapitalverwertung“ (Ropohl 2009, S. 291), der das Handeln von Konstrukteuren in mehr oder weniger enge Bahnen lenkt.

Festzuhalten bleibt, dass der Handlungsbereich Entwicklung und Konstruktion ein überaus vielfältiger ist, der sich nur bedingt schematisch fassen lässt. Er erfordert innovatives und streng systematisches Handeln, Regelbeachtung und divergentes Denken gleichermaßen.

Modellbildungen in der Entwicklung

Ponn hebt fünf Fähigkeiten hervor, die beim Entwickeln und Konstruieren von zentraler Bedeutung sind: Das Abstrahieren, das Zerlegen, das Einschränken, das Variieren, das Zusammenfügen und das Konkretisieren (vgl. Ponn und Lindemann 2008, S. 25). Sie dienen dazu, Modelle unterschiedlichen Abstraktionsgrades zu bilden. An einigen Beispielen soll das veranschaulicht werden. Für das Problem des Transports von Waren zeigt Abbildung 27 eine modellhafte Darstellung der Funktionshierarchie.

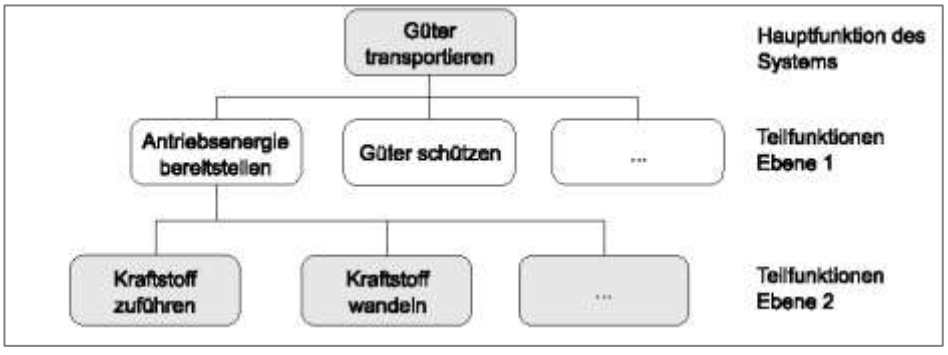


Abbildung 27: Funktionsbaum am Beispiel der allgemeinen Funktion „Güter transportieren“ (in: Ponn und Lindemann 2008, S. 62)

Die Hauptfunktion des Gütertransports wird in Teilfunktionen differenziert. Mit jeder zusätzlichen Ebene steigt der Abstraktionsgrad, sodass am Ende eine Struktur technologischer Grundfunktionen steht. Sie bewegen sich auf der Ebene der Wolffgramm´schen systemi-

schen Veränderungsarten (Form-, Struktur- und Ortsveränderung; s. o.) oder der fünf Grundfunktionen (Transport, Speichern, Umformen, Umwandeln und Verknüpfen), die Mackeprang unterscheidet (Mackeprang 2010, S. 3). Auf dieser Ebene greift der deskriptive Funktionsbegriff, Teilfunktionen sind nicht mehr auf den ursprünglichen Zweck bezogen, sondern formalisiert. Aus ihnen können nun in einem algorithmischen Verfahren gestalterische Lösungen entwickelt werden. Die folgende Abbildung zeigt Gestaltungsvarianten eines einfachen Bauelements nach dem Gesichtspunkt der Fertigungsverfahren:

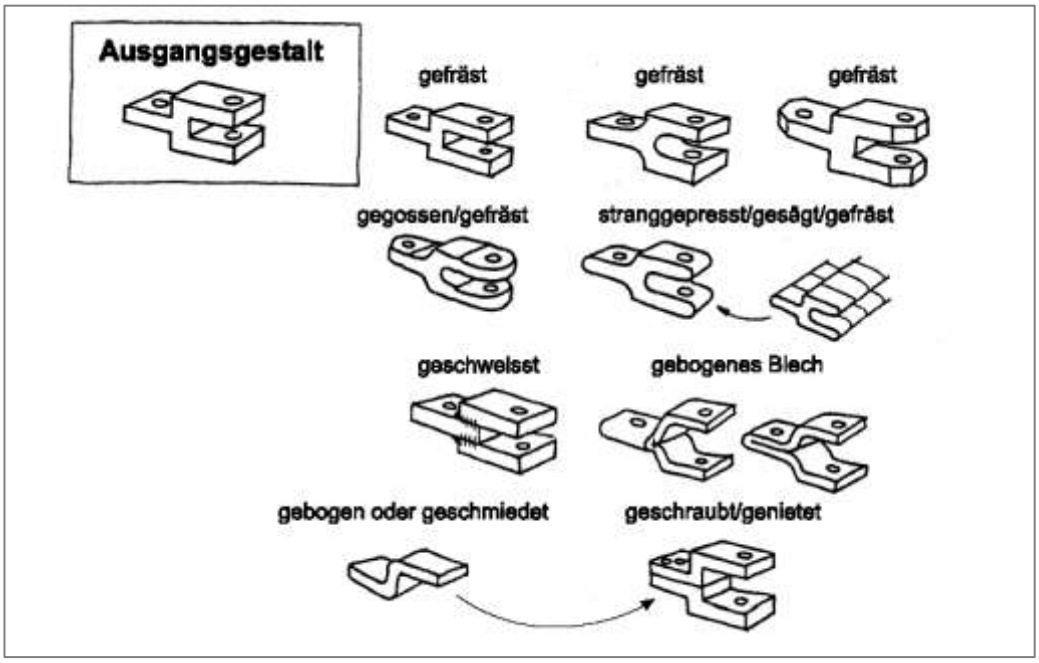


Abbildung 28: Einflüsse des Fertigungsverfahrens auf die Produktgestalt (in: Ponn und Lindemann 2008, S. 135)

Die Abbildung lässt nicht nur die alternativen Gestaltungen erkennen, sondern zeigt einen Grundstock an Gestaltungsvarianten, auf den wie aus einem Baukasten zurückgegriffen werden kann. Die Lösungen sind in den Detailformen unterschiedlich und basieren selbst auf Entscheidungen zwischen Varianten. So wären Radien an den Ecken auch in der geschweißten oder der gebogenen Varianten denkbar, dazu müssten aber die einzelnen Elementen einer zusätzlichen Bearbeitung unterzogen werden. Auf dieser Ebene der Entwicklung wäre es geradezu paradox, würde ein aufwendiger Erfindungsprozess einsetzen, handelt es sich bei den Varianten doch nicht einfach nur um verfügbare, sondern auch um erprobte. Der Einsatz von Katalogen und Methoden lohnt sich in solchen Fällen, da sie helfen, das Gelingen des Prozesses mit möglichst geringem Zeit- und Kostenaufwand zu sichern.

Anders sieht es dort aus, wo die Entwicklungsarbeit beginnt: bei der Bestimmung der Funktion, die den Zweck erfüllt. Auch hier können methodische Hilfen die Erfolgswahrschein-

lichkeit verbessern, Beispiele dafür sind das Pflichtenheft oder das sogenannte „House of Quality“ (vgl. a. a. O., S. 41). Allerdings können Nutzungsideen und –wünsche nicht eindeutig quantifiziert oder mit dem Anspruch auf Vollständigkeit erfasst werden, da oft nicht nur unterschiedliche Zwecke verwirklicht werden sollen (Drill- und Schlagbohren, Bohren mit unterschiedlichen Drehzahlen, Staubabsaugung, Arbeiten unter extremen Staubbelastungen usw.), sondern, wie das allgemeine Handlungsmodell zeigt, auch unterschiedliche Motivationen in den Bedürfnissen wirken, auch solche auf der unbewussten Ebene.

Design

Das bisher über die Produktentwicklung Dargelegte betrifft überwiegend die äußere, rationale Ebene eines Objektes. Ein Blick auf beliebige Gebrauchsgegenstände zeigt, je hochwertiger desto deutlicher, dass damit nur ein Teil der Bestimmungsfaktoren genannt sein kann. Ob ein Artefakt kulturell bedeutsam wird, hängt neben seinem äußeren Zweck auch von seiner ästhetischen Wirkung und seiner symbolisch-expressiven Bedeutung ab. Lengyel formuliert: „Aufgabe des Designers ist es somit, die Technik in kulturelle Zusammenhänge einzubetten.“ (Lengyel 1993, S. 44) Im Designprozess wird diese Einbettung durch die Berücksichtigung der sozialen Orientierungsfunktion von Konsumgegenständen angebahnt. Im Design werden sozial-egalisierende und sozial-differenzierende Funktionen eines Gegenstands unterschieden (vgl. Scherhorn 1977, S. 201). Mit den *egalisierenden* stellt ein Nutzer eine Verbindung zu anderen Nutzern her, die denselben Konsum- bzw. Technikstil pflegen, mit den *differenzierenden* grenzt er sich gegenüber anderen ab. Sachsysteme sind unter dieser Sicht Mittel für gesellschaftliche Zwecke.

Ropohl weist darauf hin, dass in der Techniksoziologie die Tendenz besteht, technische Entwicklung als durch soziale Prozesse determinierten Vorgang zu sehen (vgl. Ropohl 2009, S. 284 ff.). So können Lengyels Worte durchaus gedeutet werden, wenn sie formuliert: „Während der Ingenieur für die Umweltverträglichkeit der Produkte zu sorgen hat, ist der Designer derjenige, der die Verantwortung für die Sozialverträglichkeit der Produktwelt trägt.“ (Lengyel 1993, S. 44) Allerdings scheint nicht nur kritikwürdig, dass die Soziologie bei einer solchen Betonung der sozialen und politischen Dimension den Entstehungszusammenhang von Sachsystemen übersieht. Es ist ebenfalls zu hinterfragen, in welch strikter Art die Konstruktionstheorie ästhetische und symbolische Funktionen von Sachsystemen in den Zuständigkeitsbereich anderer Disziplinen, besonders des Designs, auslagern. Dadurch werden de facto getrennte Sphären eines Artefaktes aufgebaut: Hier die harte, rational-objektive, die aus den technisch-praktischen Funktionen gebildet wird, dort die weiche, emotional-

subjektive Sphäre der soziokulturellen Funktionen (vgl. ebd.). Unabhängig davon, dass die globalisierte Wirtschaft schon aus ökonomischen Gründen extrem arbeitsteilige Organisationsformen bildet, werden hier nicht einfach Teilbereiche an Spezialisten verlagert. Vielmehr wird ein Verständnis von Technik zugrunde gelegt (und bestärkt), das auf die naturale Dimension begrenzt bleibt. Wo Pahl et al. von *technisch-praktischen* und von *soziokulturellen* Funktionen sprechen, dann kommt die ausschließliche Erwähnung des Technischen im Bereich der praktisch-funktionalen Funktionen einer Ausgrenzung gesellschaftlicher und kultureller Fragen gleich. Die Autoren machen diese Trennung auch konsequent an Berufszweigen fest, indem sie im Zusammenhang mit rationalen Funktionen Aufgaben den Ingenieuren zusprechen, die soziokulturellen dagegen den Designern.

Dieser Fragmentierung des Technikverständnisses wird hier nicht gefolgt. In den Handlungen der Konstrukteure sind zahlreiche emotionale, subjektive Entscheidungen enthalten; die in der beruflichen Bildung durchaus populäre Theorie des tacit[52] knowing baut u. a. darauf auf. Andererseits treffen Designer zahlreiche rationale Entscheidungen, sodass die Zuweisung Konstruktion/rational und Design/emotional nicht nur verkürzend, sondern fehlerhaft ist. Außerdem ist fragwürdig, dem gesamten sozialen und subjektiven Bereichen Rationalität abzusprechen. Das bereits erwähnte Auftragen von Lippenstift kann sehr wohl aus einer rationalen Abwägung heraus geschehen, wird aber nicht erst dadurch zu einer Handlung mit durchaus technischem Charakter.

Es scheint weniger die Rationalität zu sein, die hier mit der Technik verbunden wird, sondern mehr der Wunsch nach Eindeutigkeit, Berechenbarkeit und Algorithmisierbarkeit. Dies ist sicher dem Dilemma des Ingenieurs geschuldet, der seine Aufgaben mit Vieldeutigkeit, Varianz und impliziten Momenten beginnen, aber mit Eindeutigkeit und wenigen Varianten beenden muss. Gleichwohl führt diese Aufspaltung zu Problemen. Banse weist darauf hin, dass durch die Komplexität des Entwurfshandeln grundsätzlich eine Tendenz entsteht, nicht in das Schema passende Probleme auszuklammern (vgl. Banse 2000, S. 19)[53]. Dies lässt sich auf die Gefahr des Ausblendens vermeintlich „weicher" Funktionen erweitern. Zweitens führt es letztlich zu einer Simplifizierung des Phänomens Technik, wenn Ingenieure nur die konstruktive Gestaltung in ihrer Verantwortung sehen und nicht auch die expressive.

[52] Tacit: stillschweigend; für Entscheidungsfindungen auch: billigend, automatisch.

[53] Die Reaktion des Ausblendens von Sachverhalten, die nicht in das Vorstellungsschema passen, steht in gewisser Weise in Opposition zu einem „normalen" Umgang mit Schemaabweichungen. Meyer et al. sprechen der Überraschung, die in solchen Fällen einsetzt, die Funktion zu, „[...] Prozesse zu ermöglichen und einzuleiten, die die Diskrepanz zwischen Vorgefundenem und Schema beseitigen" (Meyer et al. 1994, S. 10).

Es kann festgehalten werden: Die Entscheidungen, die zur Gestaltgebung eines Produktes (incl. seiner Bauelemente) führen, beruhen auf bewussten und unbewussten Entscheidungen. Manche stützen sich auf berechenbare Grundlagen, andere auf Erfahrungswerte. Wo Erfahrungswerte systematisch ermittelt werden, geschieht das mittels empirischer Methoden. Dies wird sowohl für naturale Zusammenhänge genutzt als auch für soziale und personale. Die Unterscheidung zwischen konstruktionsorientierter Formgebung und soziokulturell-ästhetischem Design wird aus analytischen, aber auch aus ökonomischen und organisatorischen Gründen heraus getroffen. Sie entspricht aber insofern nicht der Wirklichkeit, als das fertige Produkt in der Nutzung als Ganzes wirkt und wahrgenommen wird. Der Sinnzusammenhang, der zur soziotechnischen Integration führt, ist nicht entweder ein naturaler oder sozialer oder personal-humaner, sondern ein zweckmäßiger. Handlungsanlässe, die zur Nutzung eines Produktes führen, haben, wie oben herausgearbeitet, rationale *und* emotionale Anteile.

Entwickeln und Konstruieren in schwach institutionalisierten Zusammenhängen

Ropohl sieht in jeder neuen Verwendung eines Sachsystems bereits die Grundform einer Funktionserfindung, da der Nutzer diese Funktion als Möglichkeit erkennt (Ropohl 2009, S. 263). Das Konstruieren und Gestalten durch Laien erfordert dieselben Fähigkeiten, wie sie im Zusammenhang der Konstruktionslehre beschrieben wurden. Allerdings können sie nicht in dieser Form vorausgesetzt werden, da Laien keine systematische Ausbildung durchlaufen. Neben dem fehlenden Wissen und Können sind es hauptsächlich die sächlichen und finanziellen Bedingungen, die einschränkend wirken. Es wurde oben schon gezeigt, dass Konstruieren eine häufig im Alltag vorkommende Handlungsform ist. Bereits die alte Do-it-yourself-Bewegung bestand nur zu einem Teil aus Bauen nach Anleitung. In Zeiten der Ideenverbreitung über das Internet finden sich unzählige Beispiele von konstruktivem Laienhandeln: Möbel aus alten Paletten, Grillöfen aus Heizungsrohren, Unterstände für Motorräder, Biegevorrichtungen für Drahtschmuck, selbstentwickelte Familienspiele, Regale für Wandschrägen, eine Vorrichtung zum gleichzeitigen Betätigen von Vorder- und Hinterradbremse am Fahrrad, Eigenkonstruktionen im Modellspielzeugbereich – die Bandbreite, und auch der Stolz, der aus den Präsentationen spricht, sind so groß, dass nicht nur von bedarfsgetriebenem Konstruieren ausgegangen werden kann, sondern auch von interesse- und lustgetriebenem. Allein die zahlreichen Foren, die sich mit selbstprogrammierten Homepages oder mit dem Ansteuern von Mikrocontrollern beschäftigen, zeigen ein Handeln, das Banses Beschreibung des Entwicklungshandelns weitgehend entspricht. Die in den USA stark aufkei-

mende „Maker“-Bewegung bringt Erfindungen hervor, die auch im kommerziellen Bereich mit Interesse verfolgt werden (vgl. z. B. Dworschak 2013b). Die Laienkonstrukteure müssen dazu über generelle Fähigkeiten zum Lösen von Problemen verfügen.

Hinter der Freude am Erfinden und Entwickeln von Lösungen wird hier ein Effekt vermutet, den Knoblich und Öllinger als Grundmuster von Einsichtserfahrungen sehen: „[...] das plötzliche, unerwartete und überraschende Erscheinen einer Lösungsidee im bewussten Erleben des Problemlösers“ (Knoblich und Öllinger 2005, S. 5). Sie gehen davon aus, dass Einsicht innerhalb eines mehr oder weniger intensiven Prozesses der Auseinandersetzung angebahnt wird und dann entsteht, wenn Zusammenhänge, die schon eine gewisse Zeit in Randbereichen des Bewusstseins „aufgetaucht“ sind, schlagartig erkannt werden. Zu Beginn dieses Prozesses bildet der Problemlöser eine Vorstellung der Situation, indem er vorhandene Repräsentationen aktiviert oder Analogien bildet. Kommt er dann an einer bestimmten Stelle nicht weiter, muss er die in der Auseinandersetzung gewonnenen Informationen dazu nutzen, die ursprüngliche Repräsentation zu verändern. Dies kann schlagartig und vollständig geschehen (volle Einsicht) oder nur einen Teil der Lösung betreffen (partielle Einsicht). Die Lösung kommt mehr einer Veränderung der bisherigen Repräsentation gleich als einer wirklich neuen Erkenntnis. Erfahrung und Wissen wirken sich förderlich aus, da sie das Erlernen „semantischer Einheiten“ (a. a. O., S. 72) und der Zusammenhänge zwischen ihnen fördern – die Grundvoraussetzung, dass im „Elaborationsprozess der kritischen Problemaspekte“ (a. a. O., S. 77) Informationen neu interpretiert und neue Gruppierungen der bekannten Elemente entdeckt werden können.

Die Fertigung

Ein wesentliches Merkmal der Entstehung von Technik klingt zunächst banal: Bei der Herstellung entstehen Sachen. Trivial ist dieser Sachverhalt jedoch nicht, denn gerade darin unterscheidet sich die Technik von vielen anderen Zugriffen des Menschen auf die Welt: Dass in ihr Ideen, Vorstellungen, Entwürfe in eine materiale Form gebracht werden, dass Begreifbares geschaffen wird. Technik entsteht in den Köpfen von Menschen, aber sie bleibt dort nicht; sie ist erst vollständig, wenn sie in die Welt gebracht wird. Die Naturwissenschaften beispielsweise betrachten es als Fehler, wenn sie Artefakte hervorbringen. Führt dort eine Messung zu einem Ergebnis, das sich nicht aus dem naturalen Sachverhalt ergibt, sondern auf die Experimentiereinrichtung zurückzuführen ist, so wird dies als „Artefakt“ in einem negativen Sinn bezeichnet.

In der Technik dagegen ist das Herstellen von Artefakten ein wesentlicher Antrieb des Handelns. In den Dingen verwirklichen sich die Ideen des Herstellers, ihre materielle Beschaffenheit erlaubt ihm, seine Wirksamkeit direkt zu erkennen. Am Begriff des „Tagwerks" kann das verfolgt werden: Am sichtbaren Produkt der Arbeit eines Tages kann die Leistung des Menschen konkretisiert werden, und er erkennt sich selbst darin[54]. Dies ist sicher ein wesentlicher Grund für die Ausdauer und Ernsthaftigkeit, mit der Kinder Dinge herstellen. Dieser Gedanken wird in Kapitel 5.2 entwickelt werden, daher sei hier nur ein Hinweis darauf gegeben.

Jeder Mensch fertigt tagtäglich zahlreiche Dinge. Produkte werden gekocht, genäht, montiert, es wird gesägt, lackiert, Erfindungen werden in die Tat umgesetzt, es wird nach Anleitung gebaut und vieles mehr. Die Herstellung lässt sich nicht klar vom Bereich der Verwendung trennen, da bei einer Herstellung Mittel verwendet werden und eine Nutzung wiederum oft auf das Entstehen eines materialen Ergebnisses abzielt. Ist das Schreiben eines Briefes mit dem Computer eine Herstellungs- oder eine Nutzungshandlung? Vom Endprodukt aus betrachtet ist es eine Herstellung, vom Mittel aus eine Verwendung. Ein möglicher Weg, beide Handlungsbereiche zu unterscheiden, ist, an die Handlung die finale Frage zu stellen: Wozu dient sie? Lautet die Antwort: Um einen Gegenstand herzustellen (der wiederum zu etwas genutzt werden kann), so überwiegt der Fertigungscharakter. Ist die Antwort dagegen direkt auf eine Zweckbefriedigung gerichtet, so handelt es sich um eine Nutzung bzw. Verwendung von Technik. Auch hier bleibt eine Unschärfe bestehen: Der Brief wird geschrieben, um mit ihm das Finanzamt zu informieren, dass es sich in seiner Berechnung geirrt haben muss. Er ist ein Ding, das zu etwas dient. Allerdings ist der Zweck die Information und der Brief das Mittel. Der Einsatz des Computers ist im Kern nicht auf den Brief gerichtet, sondern auf die Information – sie könnte auch per Mail erfolgen, wobei das Mittel ausgewechselt wäre, die Absicht aber dieselbe bliebe. Oder mit Hubig argumentiert: Der Zweck geht mit seiner Erfüllung in den Status eines Sachverhalts über (das Amt ist informiert), das Mittel bleibt weiterhin als Mittel (Brief) existent.[55] Dieses wurde mit dem Computer hergestellt, nicht um den Brief herzustellen, sondern um damit etwas tun zu können.

[54] Im Deutschen Wörterbuch von Jacob und Wilhelm Grimm finden sich zwei Konnotationen des Verbs „tagwerken": In der transitiven Verwendung bezeichnet es das fleißige Hervorbringen, in der intransitiven das Arbeiten um einen Taglohn, was einschließt, dass kein dauerhaftes Lohnverhältnis besteht (vgl. Trier Center for Digital Humanities (o. A.)).

[55] Eine weitere Möglichkeit der Unterscheidung bietet sich mit Ropohls Beschreibung einer Verwendung als *soziotechnische Integration*. Hier sei auf das Kapitel 3.6.4 verwiesen.

Die Fertigung in institutionalisierten Zusammenhängen ist ein Hort technischer Regeln und empirisch-systematisch erworbenen Wissens. Handlungsabläufe und Entscheidungsparameter sind zu großen Teilen in Richtlinien und Normen beschrieben. Beispiele sind die in DIN 8580 aufgelisteten Fertigungsverfahren, die VDI-Richtlinien z. B. zur Fertigungsorganisation oder die zahlreichen Tabellenbücher. In der industriellen Fertigung sind Abläufe nach idealtypischen Modellen organisiert: Präzisierung der Bedingungen, Planung, Durchführung und Bewertung. Immer kostenintensivere Produktionen führen zu einem hohen Druck, Fehler bereits im Vorfeld zu vermeiden. Die Notwendigkeit des Einsatzes gut ausgebildeter Fachkräfte verschiebt sich von der Fertigung hin zur Arbeitsvorbereitung (vgl. Eversheim 1997, S. VII oder Böhle et al. 1992, besonders S. 22 ff.). Facharbeiter werden überwiegend dort eingesetzt, in der Fertigung selbst nur noch an strategisch wohl durchdachten Positionen. Es zeigt sich ein weiterer Grund, vom Handeln in stark institutionalisierten Zusammenhängen zu sprechen und weniger vom professionellen: Ein großer Teil menschlicher Arbeit in der industriellen Fertigung besteht aus Materialzu- und Abfuhr und aus Bedienungstätigkeiten, die so ausgerichtet sind, dass sie von technischen Laien ausgeführt werden können. Er findet in einem stark reglementierten Korsett an Abläufen und Bedingungen statt. Das technische Handeln wird in diesen Zusammenhängen zu einem, für das kein besonderes technisches Wissen oder Können mehr erforderlich ist.

Von der Fertigung in der weitgehend automatisierten Industrie muss die im Handwerk unterschieden werden. Hier ist ein bestimmtes Maß an technischer Qualifikation unumgänglich, da der Prozess in der Arbeitsvorbereitung nur sehr begrenzt „voreingestellt“ werden kann. Ein gewisser Grad an Institutionalisierung wird dort verlangt, wo die handwerklich hergestellten Produkte an bestehende Systeme andocken müssen und dort, wo Überprüfungsmechanismen institutionalisiert sind. Beispiele dafür sind die Bauleitung auf Baustellen, Sicherheitskontrollen durch die Berufsgenossenschaften oder Abnahme-Protokolle. Ansonsten ist eine große qualitative Bandbreite in der handwerklichen Fertigung vorhanden.

3.6.3 Der Handlungsbereich Verteilung

Zum Handlungsbereich *Verteilung von Technik* liegt wenig einschlägige Literatur mit technischem Schwerpunkt vor. Sie ist am ehesten im Bereich der Logistik und Lagerhaltung zu finden, also im Dienstleistungssektor. Auch hier spielt Automatisierung eine große Rolle. Wurden Lager früher nach der Wichtigkeit des Lagerguts organisiert (vgl. Bartmann und Beckmann 1989, S. 2-15), führt die Digitalisierung und Automatisierung dazu, dass Produkte

daten- und raumorientiert gelagert werden, weniger sachsystematisch. Ein Ausfall der Daten führt zum Verlust der Übersicht über den Bestand, die oft nur unter so großem Aufwand wiederhergestellt werden könnte, dass ein Datenverlust einem Totalverlust der materiellen Werte gleichkommt.

Eine Aufarbeitung technischer Aspekte von Handlungen in Vertrieb und Verkauf, Transport und Übergabe müsste gesondert geleistet werden, sie würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

3.6.4 Der Handlungsbereich Technikverwendung

Die Verwendung von Technik ist sicher der, was Anzahl und Vielfalt von Handlungen betrifft, größte der vier Bereiche. Sowohl in stark als auch in schwach institutionalisierten Kontexten werden kaum Handlungen zu finden sein, die nicht in irgendeiner Form zweckorientiert auf Artefakte zurückgreifen. Das Verwenden ist gleichzeitig die häufigste Form technischer Handlungen von Kindern, da sie täglich technische Gegenstände nutzen, seltener aber welche gestalten oder herstellen. In der Verwendung befriedigt der Handelnde nicht nur einen Bedarf, sondern er reagiert auf den Gegenstand und damit auf die Art und Weise, in der die Verwendung vorgesehen ist. Trotzdem kann im Gebrauch eines Sachsystems große Kreativität zum Ausdruck kommen, weil die konstruktiven „Leitplanken“ eine bestimmte Verwendung nahelegen, aber nicht zwingend erfordern. Auf Lernprozesse bezogen bedeutet das, dass der Nutzer in der Auseinandersetzung zwischen seinem Wunsch und den Vorschlägen, die in den Objekten stecken, etwas über sich selbst und über die Außenwelt lernt. Hier klingt Klafkis Gedanke der kategorialen Bildung an: Der Lernende erschließt sich die Welt und wird gleichzeitig für die Welt erschlossen, „[...] denn es gehört zum Wesen des Gebildeten, dass seine ‚Welt‘ kein Chaos oder Konglomerat, sondern ein Ordnungsgefüge ist. [...] Vermöchte der Mensch keine ‚Form‘, keine über den Augenblick hinausreichende ‚Gestalt‘ zu gewinnen, so gäbe es das Phänomen Bildung nicht; der Mensch verlöre sich selbst im Ausgeliefertsein an das bloße, jeweilige Hier und Jetzt der ihm begegnenden Objektivität.“ (Klafki 1964, S. 35)

Der Handlungsbereich Technikverwendung wird hier nicht nur aufgrund seiner inhaltlichen Bedeutung ausführlich entfaltet, sondern auch, weil er den Anlass bietet, auf den die Aufgabenstellungen im phänomenologisch-deskriptiven Teil der Studie aufbauen. Dort steht eine Instandsetzung als Spezialfall einer Instandhaltung im Mittelpunkt, sodass hier die Teilbereiche *Instandhaltung* und *Instandsetzung* mit besonderen Schwerpunkten besprochen werden.

Zur Begrifflichkeit

Verwenden, Gebrauchen, Nutzen, Bedienen: Verschiedene Begriffe benennen die Tätigkeiten in diesem Handlungsbereich, ohne letztlich ein Dilemma vermeiden zu können, das zumindest teilweise in der Materialität technischer Artefakte wurzelt. Wenn wir Sachverhalte in Formeln ausdrücken (und denken) wie: „Ich nutze ein Auto, um zur Arbeit zu kommen." „Sie bedient den Fahrkartenautomat." „Wir nutzen soziale Netzwerke.", dann enthalten all diese Formulierungen eine Distanzierung des Menschen gegenüber „der Technik". Der Mensch ist auch *Betroffener* von Technik – der hierarchische Systembegriff nach Ropohl zeigt die Verflechtungen des Individuums mit der Handlungsumgebung auf unterschiedlichen Systemebenen, Begriffe wie „Globalisierung" und „Standardisierung" weisen auf Abhängigkeiten einzelner von Entscheidungen und Handlungen anderer hin. Aber gerade im Bereich der Nutzung ist der Mensch eben nicht nur Betroffener, sondern immer auch *Entscheidender* und *Handelnder*. Er kann auch ohne Auto zur Arbeit kommen, dann muss er Unbequemlichkeiten in Kauf nehmen, muss sich vielleicht mit anderen zu einer Fahrgemeinschaft zusammenschließen oder muss seinen Wohnort anders wählen. Seine Entscheidungen sind abhängig von Bedingungen, die er nicht direkt beeinflussen kann, aber letztlich werden sie doch in den allermeisten Fällen wenigstens mit einem Minimum an Freiheit getroffen – die Willens- und Entscheidungsfreiheit wurde oben als eine notwendige Voraussetzung des Handelns genannt. In den meisten Verwendungskontexten besteht sogar, das kann sicher ohne Übertreibung formuliert werden, große Entscheidungsfreiheit. Die Wahlmöglichkeiten zwischen verschiedenen Mitteln werden im Verlauf der Menschheitsgeschichte immer größer, hier hat besonders das Internet große Möglichkeiten erschlossen.

Die missverständliche Konnotation, die in sprachlichen Formeln des Nutzens und Verwendens entsteht, liegt in dem Bild eines passiven Nutzers. Die Formulierung „Ich nutze die Technik" baut auf einer Trennung zwischen Handlungssubjekt und Objekt auf, die rein physisch korrekt ist, aber nicht intentional. Technik ist Menschenwerk, sie wird zur Technik erst in der konkreten Verwirklichung eines konkreten Menschen. Das Küchenmesser ist ein Ding, zur Technik wird es erst, wenn ein Mensch die Entscheidung trifft, es zu einem bestimmten Zweck einzusetzen. Das berührt den Gedanken der menschlichen *Exzentrizität*, die in seinen Vergegenständlichungen zum Ausdruck kommt[56]. Sie wird erst dort vollendet, wo sich mit der Veräußerung seiner Absichten mit Gegenständen *und* dem geistigen Erfassen der eigenen Wirksamkeit auf die Welt eine Bedeutung entsteht.

[56] Dieser Gedanke ist besonders in der Philosophie des Existenzialismus (z. B. bei Heidegger) und der Anthropologie (z. B. bei Plessner und Gehlen) entwickelt worden. Zum Überblick: Fischer (2004, S. 21 ff.).

Unter dem Problem dieser Begriffsunschärfe müssen Ropohls Bemühungen um eine abstrakte, dafür aber allgemeingültige Begrifflichkeit gewürdigt werden. Seine Unterscheidung zwischen „soziotechnischer Identifikation“ und „soziotechnischer Integration“ (Ropohl 2009, besonders S. 167 ff.) hilft, das Missverständnis von einem Menschen, der in Sachzwängen mit Fremdkörpern agiert, zu vermeiden. Auch seine Formulierung einer *integralen Einheit zwischen den Subsystemen Mensch und Sachtechnik* (a. a. O., S. 141) bildet den Zusammenschluss des Nutzers mit dem Artefakt schlüssiger ab als die alltagssprachliche Wendung vom *Verwenden* eines Gegenstands[57].

Allerdings entsteht eine eigentümliche Distanz zwischen der Formulierung und der Wirklichkeit, auf die sie sich bezieht, wenn von einer „soziotechnischen Integration zwischen menschlichem und sachtechnischem Subsystem“ gesprochen wird und damit z. B. das Zubereiten eines Mittagessens gemeint ist. Der teleologische Charakter von Technik kann nicht jenseits realer Zwecke erfasst werden. Eine stark formalisierte Sprache führt zu neuen Unschärfen, diesmal gegenüber den Bedarfen und Anlässen für technische Handlungen, ohne dass im Zusammenhang mit den Fragestellungen dieser Studie ein wesentlicher Nutzen gezogen werden könnte. Daher wird in der Folge, ja nach Kontext, von soziotechnischer Integration, Nutzung oder Verwendung gesprochen, einräumend, dass eine eindeutigere sprachliche Lösung noch nicht gefunden ist.

[57] Zu problematischen Aspekten von Ropohls abstrakten Sprachformeln, besonders zu der Gefahr, bei unachtsamer Adaption den Menschen als Objekt aufzufassen und nicht mehr als Subjekt: Binder (2013b).

Zum Problem der fragmentarischen Theorie der Technikverwendung

Tuchel entwirft folgendes Beziehungsmodell der technischen Wirklichkeit:

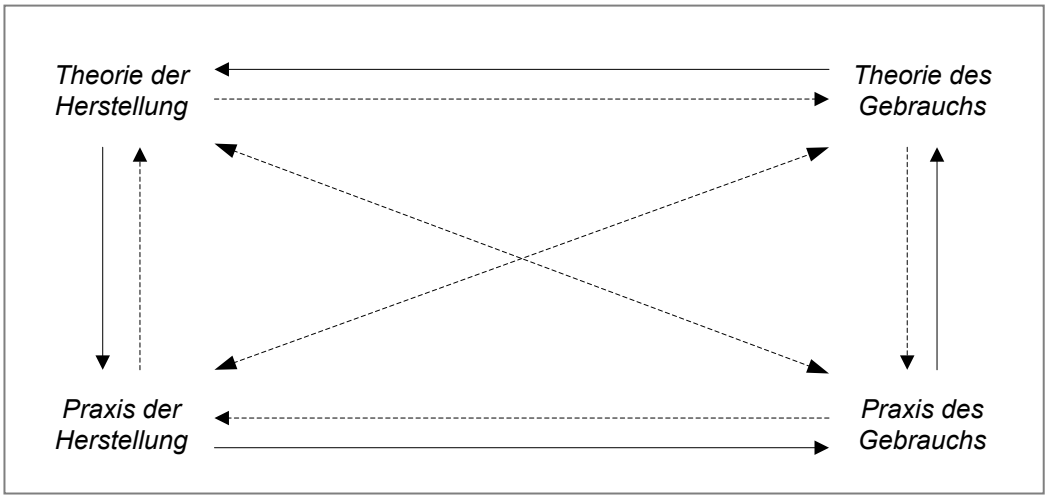


Abbildung 29: Dimensionen der technischen Wirklichkeit (nach: Tuchel 1967, S. 31)

Er betont darin die enge Verbindung von Theorie und Praxis in allen technischen Verwirklichungen und Handlungen: Die Theorie der Herstellung[58] führt zur Praxis der Herstellung, die wiederum zur Praxis des Gebrauchs. Von dort geht der „Sinnzusammenhang" (Tuchel 1967, S. 36) zur Theorie des Gebrauchs und von dort zurück zur Theorie der Herstellung. Gleichzeitig wirken alle Beziehungen auch umgekehrt; so kann eine theoretische Vorstellung eines Gebrauchs oder die Theorie der Herstellung die Praxis des Gebrauchs beeinflussen usw.

Allerdings kann Tuchel auf keine Theorie des Gebrauchs zurückgreifen, er kann sie nur in groben Zügen umreißen. Der Grund: Es gab sie nicht zu seiner Zeit, und, so schwer verständlich das ist, es gibt sie bis heute nur in rudimentärer Form, bestehend aus einzelnen Ansätzen. Schlagenhauf macht darauf aufmerksam, dass sich dieses Problem bis in den Technikunterricht fortsetzt. Er wertet Veröffentlichungen in der Zeitschrift „tu" aus und kommt zu dem Ergebnis, dass die Nutzung technischer Gegenstände de facto kaum thematisiert wird[59]. Die Folge ist, dass „das Ganze der Technik" um einen zentralen Bereich reduziert wird (Schlagenhauf 2013, S. 11), und zwar ausgerechnet um den, der den Alltag von Schülern am stärksten prägt.

Die einzelnen Beiträge zur Verwendung von Technik stammen aus der Arbeitspsychologie und -physiologie, aus dem Industrial Design und aus der Techniksoziologie. Da sie bislang

[58] Die Konstruktion wird bei Tuchel unter die Herstellung subsummiert, was nicht unproblematisch ist. Die Konstruktion ist in dieser Struktur eher der Theorie und Praxis der Verwendung zuzuordnen, erst dann der Fertigung. Besser wäre es, von einer Theorie der Technikgenese zu sprechen, da Bedarfsermittlung, Konstruktion und Herstellung andere Fragestellungen haben, auch andere Methoden und Bewertungsmaßstäbe.
[59] Einzige Ausnahme bildet das sachgerechte Verwenden von Werkzeugen und Bedienen von Maschinen.

nicht in einer Theorie der Verwendung zusammengeführt wurden, bleiben sie letztendlich Versatzstücke. Zwei Ansätze zu einer solchen Theorie sollen vorgestellt werden: Ropohls Anmerkungen zur Technikverwendung im Zusammenhang mit seiner Handlungssystemtheorie und Fies´ Handlungsstruktur des Bedienens bzw. Gebrauchens von Sachsystemen.

Ropohls Ansatz einer Theorie der Technikverwendung

Ropohls Handlungssystemtheorie wurde bereits skizziert. Mithilfe der hierarchischen Systemstruktur können Handlungen in Bezug auf ihre Einbindung in soziotechnische Zusammenhänge untersucht werden.

Auf der personalen Systemebene sieht Ropohl zwei Ablaufmuster. *Zielorientierte Verwendungen* verlaufen nach der Abfolge Zielsetzung, Planung, Handlung, Prüfung, evt. Wiederholungsschleife und Ende (vgl. den linken Strang in Abbildung 30). Anders sind Handlungen dagegen charakterisiert, die durch das Entdecken einer Handlungsmöglichkeit in einem Gegenstand ausgelöst werden (*mittelorientierte Verwendung*). Dieses Gewahren der Instrumentalität eines Dings nennt Ropohl eine „soziotechnische Identifikation“. Wird der Gegenstand dann auch tatsächlich verwendet, so integriert ihn der Handelnde in seine Absicht („soziotechnische Integration“; beide Zitate Ropohl 2009, S. 169).

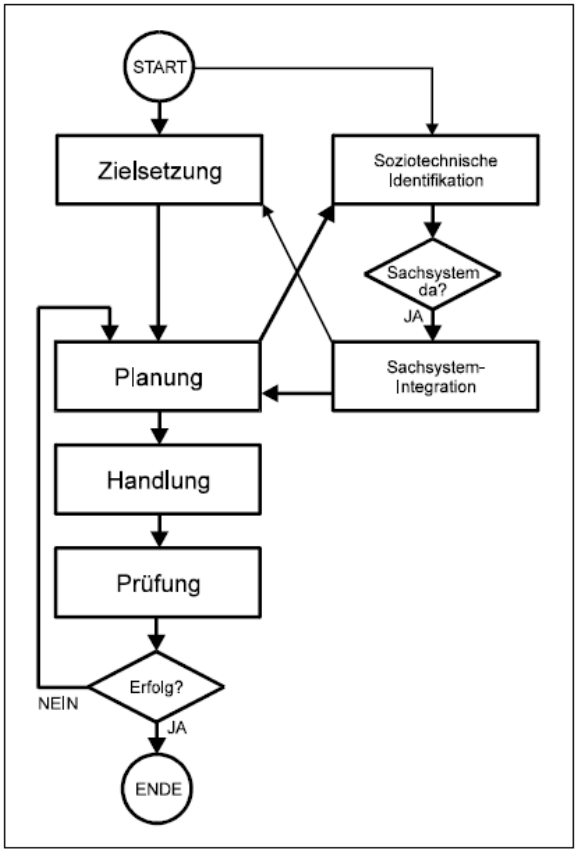


Abbildung 30: Ablaufstruktur der Technikverwendung (in: Ropohl 2009, S. 169)

Eine soziotechnische Identifikation kann im Verlauf einer Handlung geschehen, sie kann aber auch unabhängig von einer konkreten Absicht ausgelöst werden, wenn die Person einen Gegenstand sieht und eine Möglichkeit in ihm entdeckt, die sie interessiert und zu einer Handlung „verleitet“. Sie entdeckt z. B. ein neues Gartengerät und probiert es aus, evt. nutzt sie seine Funktion in Zukunft regelmäßig.

Diese Sicht auf das Verwenden von Technik hebt zwei Aspekte hervor: Zum einen stellt Ropohl, wenn auch unausgesprochen, eine Verbindung zu den Handlungsmotiven her. Das Bedürfnis, das Gartengerät zu nutzen, kann nicht direkt zweckorientiert erklärt werden, da

der Zweck erst im Verlauf der Auseinandersetzung mit ihm entsteht. Es muss andere Antriebe geben, und die können, neben reinem Interesse, in Selbstwirksamkeitserfahrungen oder im Motiv der Umweltkontrolle gesucht werden, aber auch im Motiv der Verbundenheit, im Wunsch nach sozialer Kommunikation, nach symbolischer Selbstdarstellung. Die Begriffe *Identifikation* und *Integration* betonen den Bezug, den die Person zu einem Mittel herstellt und scheinen daher besonders geeignet, den wesenhaften Charakter von Technikverwendungen zu beschreiben.

Damit hängt unmittelbar der zweite Aspekt zusammen. In der Vorstellung einer Integration ist die aktive Haltung des Handelnden enthalten. Er verfolgt eine Absicht, erkennt die Nützlichkeit eines Gegenstands dafür und schließt ihn in seine Tätigkeit ein. Er verwendet oder nutzt nicht einfach Technik, sondern im Moment der Integration entsteht Technik erst. Damit kann das Missverständnis vermieden werden, dass Technik als etwas Fremdes verstanden wird, das dem Menschen „seinen Willen“ aufdrängt (s. Kapitel 4.2).

Besonders deutlich wird das bei einem Blick auf die Vernetzung des Handelns eines Einzelnen in das hierarchische Gefüge soziotechnischer Meso- oder Makrosysteme. Mit jeder Verwendung eines Sachsystems geht der Handelnde ein „gesellschaftliches Verhältnis“ ein (a. a. O., S. 171). Diese politische Verflechtung wurde oben am Beispiel des Damen-Tops aufgezeigt. Außerdem greift der Handelnde durch seine Nutzungsentscheidung auf Unterstützungssysteme zu (Strom-, Funk-, Straßen-, Wassernetze), orientiert sich an Konventionen (Fahrerlaubnis, vorgeschriebene Wartungsintervalle von Maschinen), greift in die Rechte anderer ein (Emissionen, Ressourcenverbrauch). Seine *Handlung* zieht Folgen nach sich, nicht „die Technik“. Ein gutes Beispiel dafür sind Autofahrer, die sich darüber beschweren, dass sie „in einen Stau geraten seien“. Der Autofahrer steht nicht *im* Stau, er *ist* der Stau dadurch geworden, dass er dasselbe tut wie andere auch.

Eine Einschränkung darf nicht übersehen werden: die der Interessens- und Machtverhältnisse. Durch den Druck gesellschaftlicher Konventionen, auch auf kleiner Ebene in Peer Groups, durch die Anhäufung von Kapitalmacht auf einzelne Organisationen, durch eine politische Macht, die Handlungsfreiheit nicht mehr sozial ausbalanciert, sondern nach dem Potential der politischen Einflussnahme der Akteure – durch all diese Einflüsse entstehen gesellschaftliche Verhältnisse, die tiefgreifend asymmetrisch sind. Der Philosoph und Habermas-Schüler Forst spricht von einer Tendenz der *Refeudalisierung*, einer „schichtenspezifischen Reproduktion des ökonomischen und kulturellen Kapitals“ (Forst und Leick 2013, S. 108). Es stehen sich zur Freiheit ermöglichte Einzelne und zur Durchsetzung ihrer Interes-

sen durchaus entschlossene kollektive Handlungssubjekte gegenüber. Das Ungleichgewicht der Macht führt zu einer Hilfs- und Unterstützungsbedürftigkeit der Individuen. Ob der Techniknutzer realisiert, dass er im Moment der soziotechnischen Integration diese Vernetzung selbst geschaffen hat, hängt (auch) von seiner Reflexionsfähigkeit ab. Erneut zeigt sich eine wichtige Aufgabe Technischer Bildung bei der Unterstützung der Persönlichkeitsentwicklung Heranwachsender.

Die Handlungsstruktur beim Bedienen bzw. Gebrauchen von Sachsystemen nach Fies

Fies entwirft in einem Beitrag zur Bedeutung der Allgemeinen Technologie für den Technikunterricht eine Struktur des Bedienens bzw. Gebrauchens technischer Objekte. Er wählt einen anderen Weg als Ropohl, indem er Unterschiede in der Bedienung von Sachsystemen an der Art des eingesetzten Wissens verankert. Er übernimmt dazu eine Einstufung Johannsens, der drei Ebenen des Wissens im Umgang mit Sachsystemen unterscheidet: das Bedienungswissen, das Funktionswissen und das Konstruktionswissen.

Das Bedienungswissen ist stark situativ, an den Umgang mit einem konkreten Sachsystem gebunden. Es schließt das Wissen über die Abfolge von Teilschritten und „Kenntnis über die Bedien- und Anzeigeelemente“ ein. Das Funktionswissen übersteigt das Bedienungswissen insofern, als der Handelnde damit grundlegende Kenntnisse der Funktionsstruktur des Systems nutzt. Es versetzt den Handelnden beispielsweise in die Lage, Fehler systematisch suchen und beheben zu können. Konstruktionswissen dringt noch tiefer in die Struktur des Sachsystems ein, z. B. beinhaltet es Wissen über die Wirkungen seiner Teilsysteme und über ihre Verbindung zu einem „Gefüge von Wirkprinzipien“ (beide Zitate: Fies 2011, S. 9). Fies weist dem Funktionswissen eine Brückenfunktion zu: „Es knüpft an den gewohnten reinen Handlungsformen des Alltags und dem reinen Handlungswissen an und bietet die Chance, diese zu vertiefen, auszuweiten, sie enger an die technischen Systeme und Verfahren zu binden und so aus der Oberflächlichkeit (und manchmal auch Zufälligkeit) heraus zu holen.“ (A. a. O., S. 10) Damit kommt es der Idealvorstellung kompetenter Techniknutzer nahe, die „über der Sache“ stehen und dort, wo es nötig ist, gezielt eingreifen können.

Fies verdichtet seine Überlegungen in folgender Darstellung:

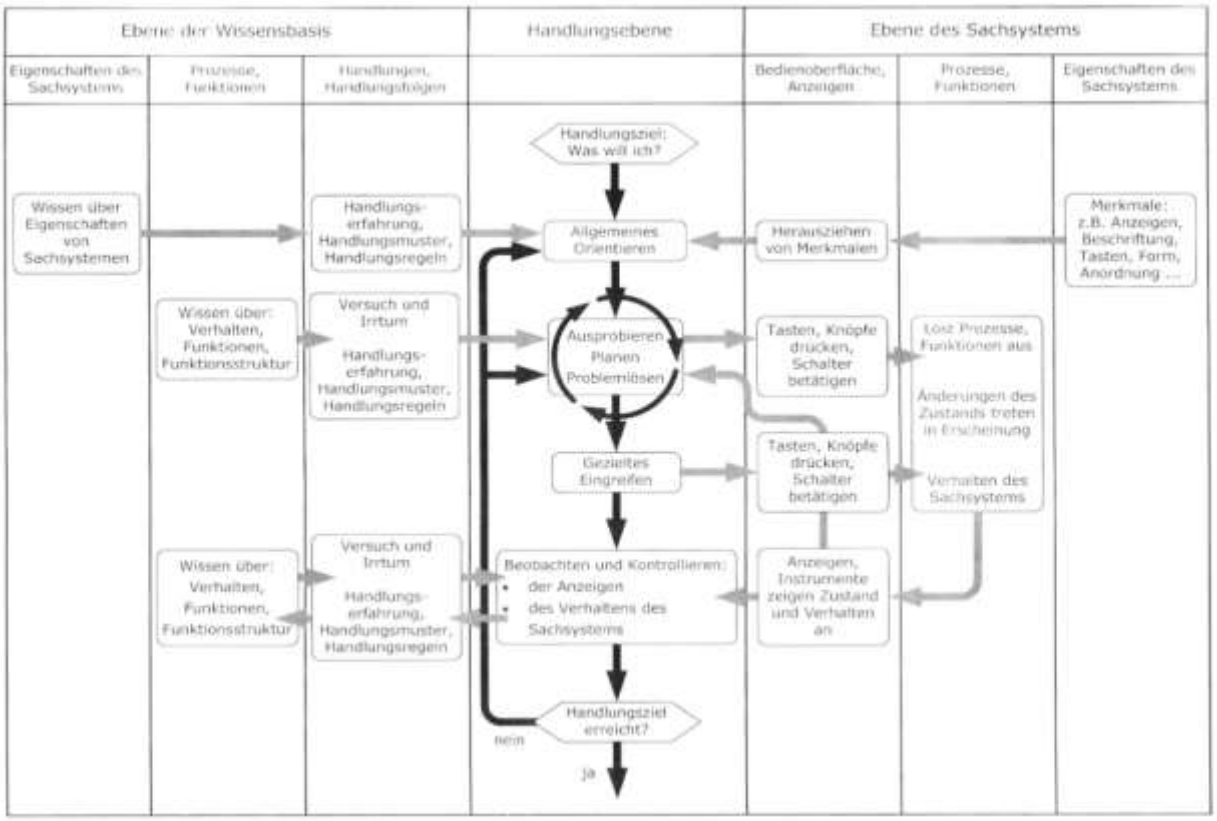


Abbildung 31: Handlungsstruktur beim Bedienen/Gebrauchen von Sachsystemen (in: Fies 2011, S. 11)

Am Anfang der Handlung wird ein Handlungsziel gesetzt. Es folgt eine allgemeine Orientierung über die Situation, innerhalb derer Erfahrungen, gespeicherte Handlungsmuster und situationsspezifisches Wissen genauso vergegenwärtigt werden wie die Hinweise, die das Sachsystem mit seinen Funktions- und Informationselementen bietet. Bereits hier werden sich Nutzer, die über Funktionswissen verfügen, in ihrer Vorgehensweise von solchen unterscheiden, die lediglich auf Bedienungswissen zurückgreifen können.

Liegen keine eingeübten Handlungsprogramme vor, so folgt eine Phase des ausprobierenden Herantastens an die korrekte Bedienung. Dabei werden Effekte am Gegenstand beobachtet (Zustandsänderungen, Werte von Anzeigen) und der Prozess in Richtung des Ziels reguliert. Je nach Wissensstruktur wird der Nutzer im Versuch-Irrtum-Verfahren oder durch gezielte Maßnahmen eingreifen. Nach einem Durchlauf wird das Ergebnis mit der Repräsentation des Ziels verglichen und die Handlung beendet, oder es wird ein neuer Zyklus gestartet.

Die Wissensbasis und das Sachsystem unterteilt Fies in die Bereiche „Eigenschaften des Sachsystems“ und „Prozesse, Funktionen“. Beim Sachsystem hebt er zusätzlich die Mensch-Maschine-Schnittstellen (Bedienoberflächen, Anzeigen) hervor, beim Wissen den Bereich „Handlungen, Handlungsfolgen“.

Wie Ropohl, so legt auch Fies die Nutzungshandlung nicht geradlinig, sondern verzweigt an. Anders als Ropohl unterscheidet er aber nicht verschiedene Nutzungsarten, sondern richtet seinen Blick auf Einflüsse aus der Umgebung und auf Mechanismen der Handlungsregulation. So entsteht ein Bild einer technischen Handlung, das beschreibt, wie sich ein Nutzer durch die Tücken einer problembehafteten Bedienung durcharbeitet. Durch das Abbilden des Ausprobierens und gezielten Regulierens in Kombination mit stetigem „Updating" können auch Handlungen erklärt werden, bei denen Nutzer komplexe Vorgänge bewältigen, ohne sie systematisch vorbereitet zu haben. Laienhafte Handlungen können genauso erfasst werden wie professionelle. Besonders die im Handlungsablauf frühe Positionierung von Orientierungs- und Probehandlungen wird im Zusammenhang mit fundamentalen technischen Handlungen noch bedeutsam werden.

Ergebnisse aus der empirischen Forschung

Der Umgang mit Sachsystemen wird in der Arbeitspsychologie und in der Ergonomieforschung untersucht. Die Fragestellungen beziehen sich dort in aller Regel nicht auf komplette Verwendungszusammenhänge, sondern auf Detailprobleme wie Sitzergonomie, Erkennen von Ermüdungserscheinungen oder verbesserte Blickführungen bei Softwareoberflächen.

Ein Beispiel findet sich bei Krauß, der Interaktionsgeräte für Maschinen- und Prozessbediensysteme untersucht (Krauß 2003). Handlungszusammenhänge der Maschinenbedienung werden in dieser Untersuchung auf einzelne Bewegungsvorgänge wie Positionieren, Selektieren und Aktivieren reduziert (vgl. a. a. O., S.18 ff.). Die Ergebnisse lassen sich in Reaktionszeiten der Probanden ausdrücken – es liegt nahe, dass das Forschungsinteresse vorwiegend auf die Optimierung von Bewegungsabläufen gerichtet ist und weniger auf Sinnzusammenhänge. Krauß beschreibt den Rahmen seiner Arbeit so: „Unter motorischer Koordination wird in diesem Zusammenhang die Fähigkeit des Menschen verstanden, Subsysteme des Körpers oder den Gesamtkörper aus einer gegebenen Ausgangssituation mit Hilfe des Skelett-Muskel-Apparates und – in der Regel – des visuellen Systems in eine definierte End- oder Arbeitsposition zu bringen. Bestimmungsgrößen für die Koordinationsleistung können einerseits die für den Positionswechsel erforderliche Bewegungszeit und andererseits die Genauigkeit sein, mit der die intendierte End- oder Arbeitsposition tatsächlich erreicht wird." (A. a. O., S. 33) Die Versuchsanordnungen isolieren wenige Bewegungsvorgänge, etwa das Berühren zweier Felder auf einem Bildschirm. Zielgrößen sind die in EN ISO 9241-11 definierten Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit industrieller Produkte: Effektivität, Ef-

fizienz und Zufriedenheit; als Messgrößen dienen Zeit, Fehlerraten und Objektgröße (vgl. a. a. O., S. 50).

Trotzdem lassen sich auch in solchen Studien Daten zum Nutzerverhalten ermitteln. So ermittelt Krauß bei leitenden Angestellten eine Vorliebe für die Einführung von Touchscreens, Mousepads und Joysticks und weniger für herkömmliche Eingabe-Elemente wie Tastatur oder Maus (vgl. a. a. O., S. 30). In der Beliebtheit der Nutzer ist jedoch die Maus das dominante Gerät, sowohl bei Geübten als auch bei Anfängern (vgl. a. a. O., S. 93). Das deutet an, dass sie gewohnte Geräte vorziehen, auch wenn sie gegenüber neueren vielleicht Nachteile haben. Sieht der Unternehmer Potential in Innovationen, verlässt sich der Anwender auf eingeübte Muster.

Eine stark wachsende Anzahl an Untersuchungen beschäftigt sich mit dem Nutzerverhalten von Online-Angeboten. Dies ist der Bedeutung der Informationstechnologie geschuldet, sicher aber auch einem forschungsmethodischen Vorteil, den Computernutzungen mit sich bringen: Daten entstehen erstens beiläufig, da viele Programme das Anwenderverhalten in Logfiles protokollieren, und sie lassen sich zweitens in einer Form generieren, die mit geringem Aufwand statistisch auswertbar ist.

Ulbricht beispielsweise stellt die Ergebnisse einer Online-Befragung zum Nutzerverhalten in Social Networks dar. Mehr als 20% der Kunden von Facebook wissen demnach nicht, dass es Privatsphären-Einstellungen gibt, 30% haben noch nicht davon gehört, dass sie ihre Profilinformationen nur bestimmten Personen oder Gruppen zugängig machen können (Ulbricht 2011, S. 4 f.). Bei rund einer Milliarde Kunden und der damit verbundenen Marktmacht sind das brisante Ergebnisse.

Ebenfalls mit Online-Diensten beschäftigt sich eine amerikanische Studie. Urban et al. untersuchen, welches Sicherheitsbewusstsein amerikanische Smartphone-Nutzer haben. Sie können zeigen, dass die Befragten auf der einen Seite ein ausgeprägtes Gefühl für ihre Privatsphäre haben: 77% würden ihr Smartphone keinem Arbeitskollegen ausleihen und 97% keinem Fremden – 65% der genannten Gründe fußen auf dem Gefühl, dadurch könnte die Privatsphäre verletzt werden. Dazu passend geben 46% der Nutzer an, Provider sollten keine Daten über den Aufenthaltsort des Nutzers speichern dürfen und 92% würden ihrem Provider eher oder sicher keine Erlaubnis geben, ihre Daten für personalisierte Angebote zu nutzen (vgl. Urban et al. 2012, besonders S. 6-20). Dabei wird die Privatsphäre der Nutzer aber gerade bei Smartphones massiv missachtet. Urban et al. zählen auf: “Depending on the configuration of a smartphone’s operating system, mobile phone apps can be capable both of

collecting information directly – for example, by tracking posts to social networking sites, data input by users, or reading, viewing, and listening practices – and of collecting information stored in other phone applications." (A. a. O., S. 15) Verbindet man Urbans Umfragedaten mit der Tatsache, dass ein Nutzer bei der Installation zahlreicher Apps zustimmt, dass seine Daten ausgelesen und transferiert werden dürfen, wird die Bedeutung solcher Studien deutlich.

Trotzdem bleiben sie isoliert, da sie nicht in einen übergreifenden Zusammenhang eingebunden werden. Zwischen den drei genannten Untersuchungen bestehen durchaus Verbindungen, etwa was Widersprüche zwischen Wissen und Verhalten oder zwischen Wünschen und Verhalten betrifft.

Greil et al. berichten über eine Untersuchung zur Nutzung von Sachsystemen durch ältere Arbeitnehmer, besonders mit Blick auf Anforderungen an altersangepasste Produktgestaltung. Hier ist die Tendenz deutlich zu erkennen, den komplexen Bereich der Technikverwendung auf „Längen- und Korpulenzmaße", „Beweglichkeit der Halswirbelsäule" und „Reaktionsgeschwindigkeiten" (Greil et al. 2008, S. 161 f.) zu reduzieren, also auf psychomotorische Aspekte.

Soziologische Modelle zur Technikverwendung

In der Techniksoziologie werden Sinnzusammenhänge im technischen Handeln noch am direktesten erforscht. Dort wird beispielsweise der professionelle Umgang mit Technik als kohortenspezifisches Phänomen bzw. als Ausdruck eines bestimmten Technikstils untersucht. Weingarts Untersuchung zu länderspezifischen Technikstilen wurde bereits zitiert. Ihn interessieren Unterschiede zwischen professionellen und alltäglichen Verwendungsstilen. Während in beruflichen Kontexten ein hoher Institutionalisierungsgrad bei Handlungen vorherrscht, ist das im privaten Bereich gerade nicht der Fall. Das führt dazu, dass sich die „handlungsnormierende Gewalt" der Technik in unterschiedlichen sozialen Sphären unterschiedlich auswirkt – Artefakte haben nach Weingart eine „eingebaute Politik" (Weingart 1988, S. 163). Diese Asymmetrie könne man nur verstehen, wenn man beachte, wer Urheber und wer Adressat der jeweiligen Technik ist.

Auch Hörning setzt hier an. Technische Objekte fungieren durch die Art und Weise, wie sie in der Gesellschaft genutzt werden, als „Träger kollektiver Wertvorstellungen" (Hörning 1988, S. 65). Ein Blick auf die rein instrumentelle Funktion technischer Handlungen könne das Verhältnis des Menschen zu „seiner Technik" nur ansatzweise erklären. Hörning unterscheidet vier Motive für den Umgang mit Technik:

- Mittels technischer Objekte möchte die Person ihre Umwelt kontrollieren. In diesen Bereich gehört die Ebene der äußeren Zweckbefriedigung. Oft genügt für ein Kontrollgefühl sogar das Bewusstsein, Verfügungsmacht zu haben. Man denke an die technische „Hochrüstung" der Hardware von Computern („Wenn das neue Betriebssystem erst einmal da ist…") oder bei Autos („Überholreserve").
- Das nach außen hin sichtbare Verwenden bestimmter Produkte hat eine ästhetisch-expressive Wirkung. Die Nutzung bestimmter Sachsysteme stößt Bedeutungsketten an, die von anderen entschlüsselt werden. „Ausgewählte Dinge, die ständig mit uns sind oder die wir ständig benutzen, schaffen Permanenz und Struktur oder signalisieren sie zumindest. Damit können Dinge zum Ausdruck des eigenen Selbst werden. Vor allem können sie über die damit eingeschlossenen Ästhetisierungs- und Projektionsprozesse zum Ausdruck, zum Gegenstück des eigenen Ich, ja zum ‚Quasi-Subjekt' werden." (A. a. O., S. 67) Die Nutzung eines Objektes symbolisiert demnach Aspekte der Persönlichkeit und trägt gleichzeitig zur Entwicklung derselben bei.
- Durch die Betonung der Zweckrationalität technischer Verwendungszusammenhänge bedient der Handelnde den hohen Rationalisierungsstandard unserer Kultur. Wir fühlen uns, so Hörning, laufend herausgefordert, mit Technik intelligent umgehen zu müssen und erfüllen diese Erwartung bereitwillig.
- Handlung in Gemeinschaft ist immer auch Kommunikation. In diesem Zusammenhang kommt es darauf an, die richtigen Dinge zu besitzen und den richtigen Umgang mit ihnen zu zeigen. Die diesem Verhalten zugrundeliegenden kulturellen Bewertungen wandeln sich historisch, auch innerhalb unterschiedlicher Lebensphasen eines Menschen. „Artefakte werden wertvoll mit Hilfe der Bewertung anderer." (A. a. O., S. 78) Wer ein Artefakt nicht nutzt, kann aus der Kommunikation ausgeschlossen werden. Er kann Botschaften weder materiell noch symbolisch aussenden oder empfangen.

Mit diesen soziologischen Modellvorstellungen können die normierenden Effekte in der Technikverwendung, aber auch ihr Potential für die Lebensgestaltung erfasst werden. Joerges verweist darauf, dass Normen im Alltag „verhältnismäßig vielsinnig, implizit, interpretationsoffen und verhandlungsfähig von Person zu Person, von Gruppe zu Gruppe, von Situation zu Situation [...]" sind (Joerges 1988, S. 31). Als Beispiel führt er den Umgang mit einer Waschmaschine an, der vom Nutzer das Abstimmen von Wäscheart, Waschmitteldosierung,

Härtegrad des Wassers, Füllmengen usw. verlangt, ihm auf der anderen Seite aber auch Mühen abnimmt und das Gefühl der Verfügungsmacht über die Umwelt gibt. Die Verantwortung dafür, wie weit und in welcher Art und Weise Technik eingesetzt wird, liegt letztlich beim Individuum, auch wenn es sich an gesellschaftlichen Vorbildern orientiert. Hier zeigt sich eine große Nähe zum Problem des Eindringens des Providers in die Privatsphäre des Smartphone-Nutzers, die ganz einfach dadurch verhindert werden könnte, dass eine App nicht verwendet wird – aber eben auch nur auf diese eine Weise. Die „Wertformel des guten Funktionierens", mit der der Technikhersteller wirbt, kann der Nutzer sich zu eigen machen, muss aber gleichzeitig ein Stück seiner Eigenständigkeit in dessen Hände legen. „Auch das kleinste Gerät ist in umfassenderen technischen Systemen vielfältig vergesellschaftet." (A. a. O., S. 48)

Typisierungen von Nutzerverhalten

In verschiedenen Ansätzen werden technische Handlungen als Ausdruck von Wahrnehmungs- oder Handlungsmustern interpretiert. Am grundsätzlichsten argumentiert Hofkirchner, der den Umgang mit Technik auf grundlegende Technikbilder zurückführt. Er unterscheidet drei Bestimmungsdimensionen, innerhalb derer sie sich beschreiben lassen (vgl. Hofkirchner 1996, S. 69):

Die erste Dimension spannt sich zwischen den Polen Anthropozentrik und Ökozentrik auf. Die radikalste Form der Anthropozentrik ist, den Mensch als das Maß aller Dinge zu sehen, der sich die Welt unterwerfen darf, gerade weil er so außergewöhnlich ist. Eine ökozentrische Grundhaltung dagegen sieht den Menschen als gleichwertiges Element in der natürlichen Umwelt und erwartet von ihm ein Einpassen in die Umgebung.

Die zweite Dimension bezieht sich auf die Wechselwirkung zwischen Technik und der gesellschaftlichen Entwicklung. Der systemintegrierende Pol beschreibt die systemerhaltende, tradierende Funktion von Technik, der systemtranszendente Pol ihre gesellschaftsverändernde Wirkung, angefangen von evolutionären, iterativen Prozessen bis hin zu revolutionären Umstürzen.

Die dritte Dimension beschreibt die Begründungszusammenhänge, unter denen Mittel ausgewählt werden. Die pragmatische Grundhaltung ist minimalistisch ausgerichtet und bevorzugt das Mittel, das mit dem geringsten Aufwand und den geringsten Folgewirkungen die größte Wirkung erzeugt. Die fundamentalistische Grundhaltung dagegen setzt auf eine „schonungslose [...] Anwendung aller zielführenden Mittel auf einmal" (ebd.).

Hofkirchner stellt seine Struktur der Technikbilder in einem Koordinatensystem dar, in dem real vorfindliche Einstellungen zur Technik verortet werden können (s. Abbildung 32). Als Grundeinstellungen identifiziert er beispielsweise den Produktivismus, der einen pragmatischen, auf Effizienzsteigerung ausgerichteten Umgang pflegt, oder den Harmonismus, der bei allen Handlungen einen Ausgleich mit der Umwelt anstrebt.

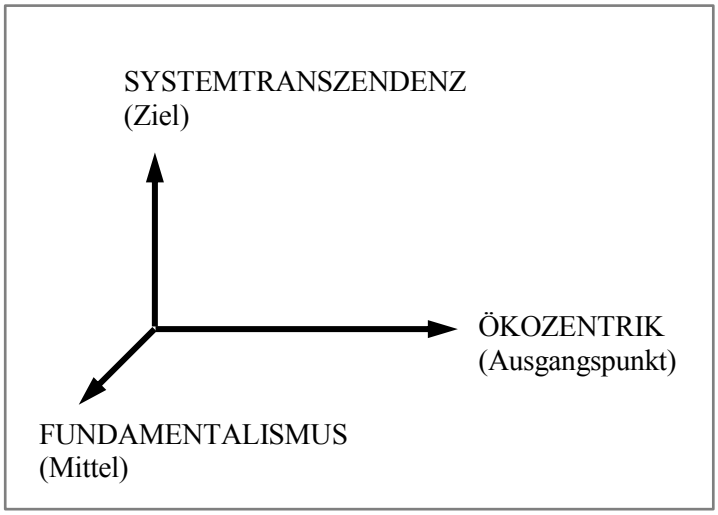


Abbildung 32: Dimensionen von Technikbildern nach Hofkirchner (1996, S. 69)

Damit lassen sich Phänomene, die im Bereich der Nutzung zu beobachten sind, einordnen. Der eine Nutzer repariert defekte Gegenstände (oder lässt sie reparieren) mit einem Aufwand, der weit über eine pragmatische Haltung hinausgeht, der ihm aber das Gefühl gibt, etwas gegen die Wegwerfmentalität der Gesellschaft getan zu haben. Dass sein Verhalten keine erkennbare gesellschaftliche Veränderung herbeiführt, scheint für ihn nebensächlich zu sein. Der andere wirft ohne Beachtung der Folgen Produkte weg, wenn sie defekt sind, mit dem Argument, dass eine Reparatur teurer kommt als die Neuanschaffung. Ein dritter kauft in kurzen Abständen jeweils die neueste Generation eines Produktes, obwohl sein bisheriges funktionsfähig ist. Dabei können alle drei Gruppen rationale Gründe für ihr Handeln anführen. Letztlich scheinen die Nutzer eine Mentalität im Umgang mit Technik entwickelt zu haben, die zweckrationale Überlegungen nicht obsolet machen, die aber dazu führen, dass in Entscheidungsprozessen manche Argumente als gewichtiger betrachtet werden als andere. Die Person mag überzeugt sein, wohl abgewägt zu haben, von außen betrachtet scheint die Entscheidung von Anfang an festgestanden zu haben.

Bei Wiesmüller findet sich ein vergleichbarer Gedanke. Er geht davon aus, dass eine Person einen Umgang mit Technik entwickelt, der sich durch unterschiedliche Neigungen, rational oder emotional zu entscheiden, ergibt. Er skizziert eine Methode für den Technikunterricht, mit der sich typologische Unterschiede feststellen lassen. In Versuchen mit Studenten ermittelte er eine Reihe von Typen (Wiesmüller 2006, S. 285), von denen hier eine Auswahl nach den Kriterien *allgemeine Grundhaltung gegenüber Technik* und *Umgang mit technischen Problemen* geordnet ist:

- Grundhaltung gegenüber Technik: Genießer, Fetischist, Freak, Freund, Skeptiker, Gegner, Verweigerer;
- Umgang mit Problemstellungen: Nutzanwender, Bastler, Fortentwickler, Tüftler, Zerstörer.

Einen ähnlichen Ansatz stellte Krekeler auf einer Tagung vor (Krekeler 2012). Er unterscheidet bei Kindern vier Typen von Technikern: Den Bastler, der Vorlagen sorgfältig abarbeitet und daher auf Fachwissen nicht angewiesen ist; den Tüftler, der intensiv und ausdauernd nach besseren Lösungen sucht; den Erfinder, der Neues schafft (das letztlich nicht unbedingt in ordentlicher Form umgesetzt werden muss); den (technischen) Künstler, der etwas für Geist und Seele schafft, das nicht unbedingt einen weiteren Nutzen haben muss.

Diese Typologien erheben keinen Anspruch auf strukturelle Geschlossenheit. Sie betonen, dass sich technisches Handeln nicht rein rational, schon gar nicht unter einem eindimensionalen Verständnis von Zweckrationalität, erklären lässt. Psychische Dispositionen, gesellschaftliche Wertesysteme, biografische Zufälligkeiten und vieles mehr beeinflussen die Handlungsweise genauso wie Zweck-Mittel-Analysen. Ein Beschreibungssystem technischer Nutzungshandeln sollte diese Aspekte berücksichtigen.

Der Lebenszyklus eines Gegenstands als Ordnungsmuster der Technikverwendung

Analog zur Ordnung technischer Handlungsbereiche entlang des *Lebens*zyklus´ eines Artefaktes können technische Handlungen anhand des *Nutzungs*zyklus´ eines Objektes geordnet werden. Ein Gegenstand wird in Betrieb genommen, dann wird er genutzt, instandgehalten, teilweise erfährt er ein Upgrading[60], manchmal wird er bis zur nächsten Nutzung außer Betrieb gesetzt und später wieder in Betrieb genommen; am Ende wird er außer Betrieb gesetzt.

In jeder dieser Nutzungsphasen treten bestimmte technische Handlungen verstärkt auf. Wo sie beschrieben werden, geschieht das aber selten auf der Grundlage systematischer Beobachtung, sondern in Form regulierter Vorschriften wie Normen, Richtlinien und Nutzungsanleitungen. Das führt zur Notwendigkeit, zwischen Nutzungen in stark und schwach institutionalisierten Zusammenhängen zu unterscheiden, denn nur im ersten Fall kann ein Einhalten der vorgesehenen Abläufe gelehrt, kontrolliert und ein Abweichen sanktioniert werden. Da keine wissenschaftlichen Untersuchungen zu den einzelnen Phasen in schwach institutionalisierten Verwendungskontexten vorliegen, werden in der Folge die standardisierten Vorstellungen dargestellt und, wo es ohne zu große Spekulationen möglich ist, um Überlegungen zum gering institutionalisierten Bereich ergänzt.

[60] Vgl. Pahl et al. (2006, S. 101), dort wird der Begriff auf die Konstruktion bezogen.

Das Inbetriebnehmen

Die Inbetriebnahme technischer Anlagen bzw. von Maschinen unterliegt in institutionalisierten Kontexten einer strengen Regelung. In EN 62079[61] ist die Inbetriebnahme definiert als „Maßnahmen vor oder im Zusammenhang der Übergabe eines betriebsbereiten Produkts einschließlich des Endabnahmetests [...]“ und wird flankiert durch die „ [...] Übergabe von Zeichnungen, Anleitungen für den Betrieb, die Instandhaltung und Reparatur, falls notwendig, Schulung des Personals [...]“ (beide Zitate: EN 62079, S. 10). An anderen Stellen wird auf die „Maschinenrichtlinie“ der EU zurückgegriffen (vgl. Weber 2006, S. 1). Dort wird die Inbetriebnahme als „die erstmalige bestimmungsgemäße Verwendung einer von dieser Richtlinie erfassten Maschine [...]“ definiert (Europäisches Parlament und Europäischer Rat 07.06.2006, Art. 2 k). Zur bestimmungsgemäßen Verwendung wird jeder „vernünftigerweise vorhersehbarer Gebrauch“ gerechnet (a. a. O., S. 25), womit dem Wissen Rechnung getragen wird, dass es keine standardisierte Verwendung eines Produktes für jede Situation und für jeden Nutzer geben kann – auch nicht in professionellen Bereichen.

Mit den zitierten Richtlinien wird angestrebt, die Wahrscheinlichkeit einer sachgemäßen Nutzung durch Maßnahmen zu erhöhen, die schon *vor* der Nutzung ansetzen. So muss bereits in der Konstruktion eine Risikobeurteilung erstellt und dokumentiert werden, gefährliche Nutzungsformen müssen so gut wie möglich konstruktiv verhindert bzw. Gefahrenpotentiale signalisiert werden. Dem Produkt muss eine Betriebs- und Wartungsanleitung beigelegt werden, bei deren Abfassung berücksichtigt werden muss, ob es von Fachkräften oder von Laien genutzt werden wird.

Das Inbetriebnehmen ist fester Bestandteil der beruflichen Ausbildung und wird dort auf verschiedenen Abstraktionsstufen thematisiert[62]. Typische Handlungen sind Qualitätskontrolle, Reinigen der Anlage, Inbetriebnahme der Infrastrukturleitungen und Mediensysteme, Sicherheits-, Funktions- und Abnahmeprüfungen, Schnittstellengestaltung zwischen Montage und Inbetriebnahme, Anfahren und Stabilisieren der Anlage, Leistungsfahrt, Prüfung und Endabnahme (vgl. Weber 2006, S. 184 ff.).

Während im privaten Kontext nicht einmal sichergestellt werden kann, dass die Bedienungsanleitung eines Gerätes gelesen wird – im Computerbereich wird mit dem Plug-and-Play-Verhalten sogar geworben-, wird in der Ausbildung versucht, das Einhalten vorge-

[61] EN 62079 regelt das Erstellen von Anleitungen.
[62] Zum Vergleich: Das Praxishandbuch „Inbetriebnahme verfahrenstechnischer Anlagen“ (Weber 2006) und die Anleitung „Inbetriebnahme elektrischer Anlagen nach DIN VDE 0100-600 (Hillebrand 2010).

schriebener Abläufe nicht nur sicherzustellen, sondern ein Verständnis für deren Bedeutung zu vermitteln. Dies wird im Bereich der Instandhaltung genauer ausgeführt (s. u.).

Das Nutzen, Gebrauchen bzw. Verwenden

In der bereits zitierten EN 62079 wird beim Nutzen technischer Systeme zwischen Gebrauch, Instandhaltung und Außerbetriebnahme unterschieden. Daraus, und aus DIN 31051 (Instandhaltung), kann für den Handlungsbereich *Verwendung* folgende Struktur aufgestellt werden:

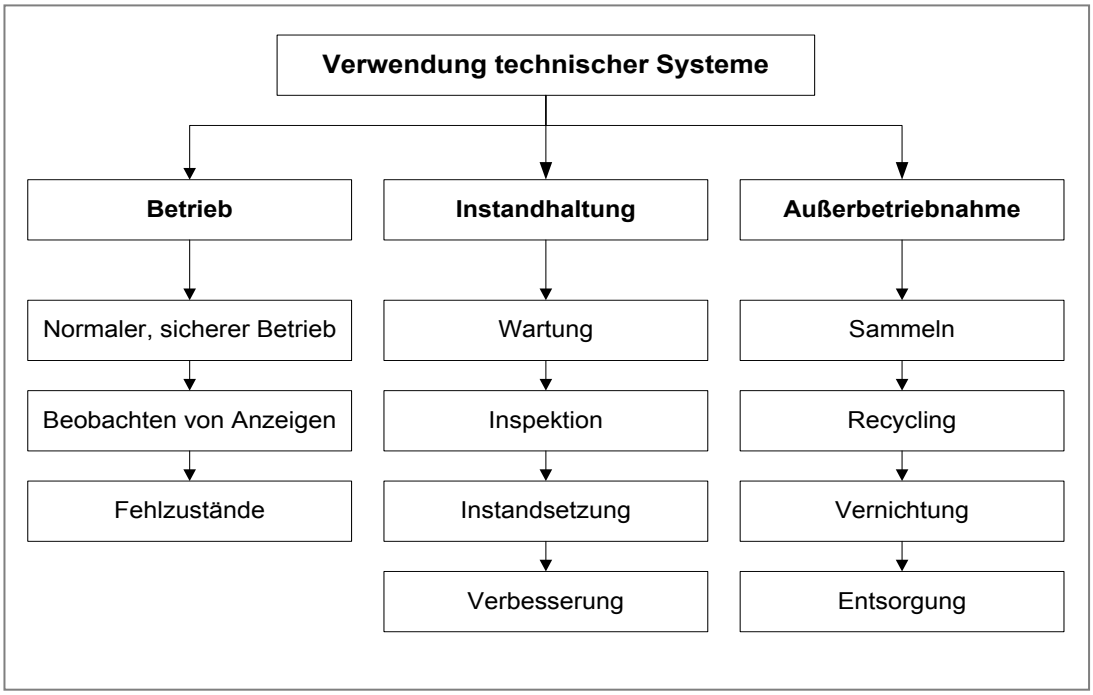


Abbildung 33: Struktur des Handlungsbereiches „Verwendung" in institutionalisierten Zusammenhängen

Der sichere Normalbetrieb

Zum Betrieb zählen alle Handlungen unter vorgesehener und sicherer Verwendung des Gegenstands. Aus EN 62079 zu technischen Anleitungen kann eine Vorgehensweise abgeleitet werden, wie ein Nutzer vorgehen sollte, wenn er den Normalbetrieb sicherstellen möchte:

Angaben in EN 62079 zu technischen Anleitungen[63]	**Angestrebte Handlungen**
„Die Betriebsanleitung muss anwendbare Informationen bezogen auf das Produkt selbst enthalten: - detaillierte Beschreibung des Produkts, seiner Zubehörteile, seiner trennenden Schutzeinrichtungen und/oder Schutzeinrichtungen;	*Um einen normalen und sicheren Betrieb zu erreichen, muss der Nutzer sich zunächst mit dem System vertraut machen. Er muss sich mit dessen Gestaltung, der Funktionsstruktur, den Zubehörteilen und den Schutzeinrichtungen vertraut machen.*
- umfassender Anwendungsbereich, für den das Produkt vorgesehen ist, falls angebracht, unter Berücksichtigung von Modifikationen des Originalprodukts;	*Er muss den Anwendungsbereich, für den das Produkt vorgesehen ist, kennen, auch für Varianten des Systems.*
- Warnungen vor vernünftigerweise vorhersehbarem Fehlgebrauch; [...]	*Er muss naheliegende Formen des Fehlgebrauchs und die damit verbundenen Risiken kennen. Im Gebrauch muss er Fehlgebräuche vermeiden bzw. die damit verbundenen Gefahren kalkulieren.*
- Schaltpläne, die die Hauptfunktionen des Produkts und insbesondere die Sicherheitsfunktionen zeigen;	*Der Nutzer muss technische Dokumentationen lesen können und die enthaltenen Sicherheitsfunktionen erkennen und beachten.*
- Anwendung von Schutzvorkehrungen gegen Lärm, Vibration, Strahlung, Gase, Dämpfe, Staub, die von dem Produkt emittiert werden; [...]	*Er muss die Schutzvorkehrungen des Produktes kennen und einsetzen.*
- Beschreibung der einleitenden Maßnahmen, um das Produkt zur vollen Leistungsfähigkeit zu bringen, mit Einzelheiten zu Tests, zur Einstellung der Stellteile und zu den Einstellwerten;“	*Der Nutzer muss wissen, wie die volle Leistungsfähigkeit des Systems zu erreichen ist und muss dies praktisch umsetzen können. Er muss die Qualität seiner Arbeit testen und optimierend eingreifen.*

Tabelle 8: Konkretisieren von Handlungen zum sicheren Normalbetrieb technischer Systeme

Der Versuch, Handlungsformen aus einer Richtlinie zum Erstellen von Anleitungen zu konkretisieren, kann nur mit Einschränkungen erfolgen. Van de Kolk stellt als Vertreter einer

[63] Alle Angaben: Zitate aus EN 62079.

Verbraucherschutzorganisation fest, dass Gebrauchsanleitungen in aller Regel nur bedingt hilfreich bei der Benutzung von Objekten sind. Sie seien erstens unverständlich verfasst und zweitens eher selten verfügbar (vgl. van de Kolk 1989, S. 61). Damit deutet er an, dass technischen Anleitungen nur selten empirische Daten aus Anwendungsbeobachtungen zugrunde liegen, sondern rechtliche Vorgaben und die Denkweise von Konstrukteuren. Der Fachjournalist Gebert bestätigt dies und berichtet, dass in aller Regel weder Arbeitspsychologen noch Fachjournalisten Gebrauchsanleitungen abfassen, sondern Techniker aus den Konstruktionsabteilungen, die in disziplinär-technischen Kategorien denken und weniger im Hinblick auf die Nutzer (vgl. Gebert 1989, S. 12 ff.).

Es wäre zu prüfen, inwieweit die abgeleiteten Handlungsbeschreibungen in Tabelle 8 dem Vorgehen von Nutzern entsprechen, das kann hier nicht geleistet werden. Dass die Handlungsformen trotzdem „abgeleitet“ werden, liegt in der Bedeutung von Nutzungshandlungen für das Verständnis technischer Handlungen und in der Tatsache, dass keine anderen Darstellungen vorliegen, auf die zurückgegriffen werden könnte.

Wie sollte also ein Akteur nach EN 62079 idealerweise vorgehen? Er sollte das Geschehen aufmerksam wahrnehmen – das bezieht sich zunächst auf die optischen und akustischen Anzeigen, auf den Ist-Zustand und auf die Ergebnisse. Er sollte sich über dieses direkte *Monitoring* hinaus Wissen über das System aneignen, indem er verfügbare Anleitungen liest. Damit wird angestrebt, dass er über reines Bedienungswissen hinaus Verständnis für die Haupt- und Nebenfunktionen des Systems aufbaut. Dazu wäre es sinnvoll, in einer Handlung ein Handlungsvorfeld, das Hauptfeld und ein Nachfeld zu unterscheiden. EN 62079 verlangt das Beachten des Handlungsvorfeldes – im allgemeinen Modell technischen Handelns ist es als „Ausgangssituation“ beschrieben.

Es sollte bedacht werden, dass die Vorstellung eines sicheren Normalbetriebs Ausdruck eines normativen Technikverständnisses aus der Perspektive von Produzenten und Administratoren ist[64]. Der Hersteller eines Küchenmessers wird dessen Verwendung als Schraubendreher nicht als Normalbetrieb ansehen. Derjenige, der das Messer dafür einsetzt, wird anders bewerten: Wenn sich die Schraube lösen lässt, ohne das Messer zu beschädigen, ist der Zweck erfüllt, sodass man aus seiner Sicht durchaus von sicherem Normalbetrieb sprechen könnte. Genau betrachtet ist sogar in einem immerwährenden Normalbetrieb keine techni-

[64] Ein Beispiel für Studien zum Bereich der Nutzung bietet Bruder. Er beschreibt das Nutzerverhalten beim Bedienen von Software. Seine Daten basieren auf der Aufzeichnung von Mausspuren und Klicks, wodurch sich ermitteln lässt, welche Bereiche einer Benutzeroberfläche fokussiert werden und wo Fehlstellen vorhanden sind (vgl. Bruder 2002, S. 59f.).

sche Entwicklung möglich, da sich der Begriff auf Bestandserhalt bezieht. Der Gegensatz zum sicheren Normalbetrieb muss keineswegs der unsichere Fehlbetrieb sein, ein sicherer, gut funktionierender Variantenbetrieb kommt täglich millionenfach vor.

Das Instandhalten

In DIN 31051 wird Instandhaltung definiert als „Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus einer (Betrachtungs-)Einheit zur Erhaltung des funktionsfähigen Zustandes oder der Rückführung in diesen, so dass sie die geforderte Funktion erfüllen kann.“ (zit. nach Arbeitsgemeinschaft Instandhaltung Gebäudetechnik 2012, S. 1) Die Norm beschreibt vier Teilbereiche:

- Die *Inspektion* dient der Feststellung und Beurteilung des Istzustandes. Im Rahmen einer Inspektion wird geprüft, gemessen, anhand von Vorschriften bewertet und Folgen mangelhafter Zustände und Verbesserungen aufgezeigt.
- Die *Wartung* dient der Einhaltung des Sollzustandes. Typische Wartungsmaßnahmen sind Prüfen, Reinigen, Schmieren, Konservieren, Nachstellen, Auswechseln.
- Die *Instandsetzung* dient der Wiederherstellung des Sollzustandes. Instandsetzungstätigkeiten sind Prüfen, Ausbessern und Austauschen.
- Die *Verbesserung* zielt auf eine Steigerung der Funktionssicherheit ab, ohne die Funktion zu ändern. Im Rahmen der instandhaltenden Verbesserung wird geprüft, justiert, ausgetauscht und umgebaut. Zur Verbesserung gehören auch Updates im Softwarebereich.

Die in der Norm genannten Einzelmaßnahmen werden nicht nur in technischen Berufen, sondern auch regelmäßig im Alltag durchgeführt: Eine Druckerpatrone reinigen, testen und gegebenenfalls auswechseln; das Bestandsprüfen und Nachfüllen von Klarspüler und Salz bei der Geschirrspülmaschine, das Updaten einer Software, das Laden eines Akkus, das Entkalken der Kaffeemaschine und vieles mehr.

Bezogen auf das technische Handeln kann dem Instandhalten insofern ein prototypischer Charakter zugesprochen werden, als es dazu dient, den Modus des guten Funktionierens zu sichern, bevor eine Fehlfunktion eintritt. Wie das Werkzeug die Mittelbarkeit der Technik auf materialer Ebene verkörpert, so kann das für die Instandhaltung auf prozeduraler Ebene gesehen werden. Es ist allerdings insofern auch untypisch für Technik, da es einen Idealweg gibt, da Abweichungen davon keine gleichwertigen Varianten sind, da deutlich stärker nach den Kategorien richtig und falsch bewertet wird als bei anderen technischen Entscheidungsprozessen.

Geschichtlich hat sich die Instandhaltung mit der Industrialisierung hin zu vorausschauenden, proaktiven Strategien entwickelt. Die rasch komplexer werdenden technischen Systeme verlangten nicht nur häufige und schnelle Reparaturen, sondern zunehmend auch Handwerker mit gründlichen Kenntnissen der Maschinen und Anlagen, ausgebildete Instandhaltungsfachkräfte also. Störungen führten zu immer höheren Ausfallkosten, sodass die Unternehmen eigenständige Instandhaltungsabteilungen schufen. Freund zeigt die allmähliche Veränderung der Zielrichtung bei der Instandhaltung auf (vgl. Freund 2010, S. 2 ff.). Überwogen bis in die Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts noch *ereignisorientierte* Maßnahmen („Feuerwehr-Strategien"), führten elektronische Diagnosesysteme und die Möglichkeit der Einbindung der Instandhaltung in die rechnergestützte Betriebsorganisation dazu, dass *zustandsorientierte* und *vorausschauende* Strategien besser verknüpft werden konnten. Eine automatisierte Messdatenerfassung und –auswertung, z. B. zu Verschleißindikatoren, ermöglicht, Wartungsintervalle situativ zu bestimmen.

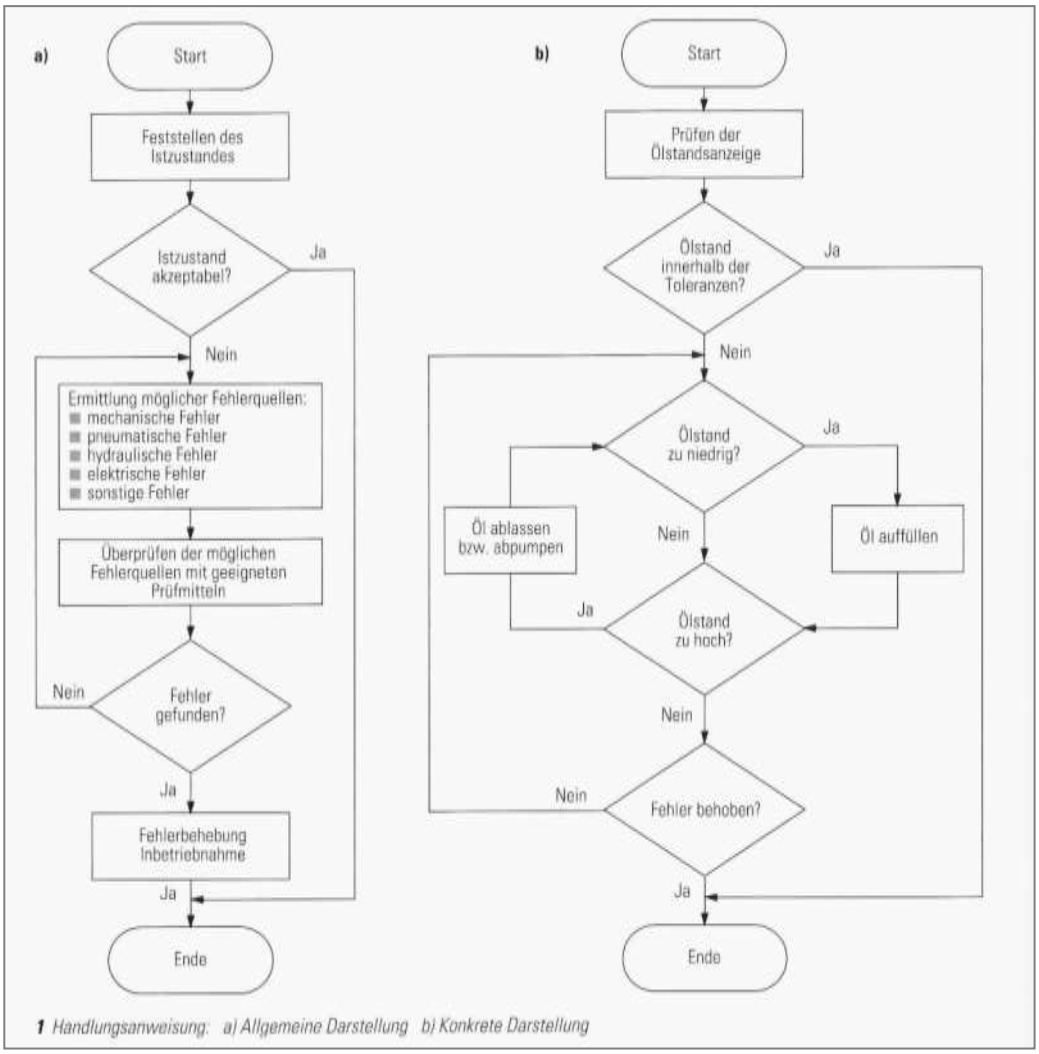
Im Überblick der historischen Betrachtung lassen sich grundlegende Tendenzen der Entwicklung institutionalisierter Instandhaltungsmaßnahmen erkennen.

Erweiterung der technischen Mittel: Die zunehmende Komplexität nicht nur der Sachsysteme selbst, sondern auch ihrer Verwendungskontexte, zeigt Grenzen der klassischen Pflege und Reparatur mit Werkzeugen und materialen Hilfsmitteln auf. Der Werkzeugkasten wird um elektronische Diagnosesysteme erweitert. Die Reparatur eines Kfz durch das Aufspielen eines Software-Updates ist ein bekanntes Beispiel – auch dafür, in welchem Ausmaß der technische Laie in seinen Vorstellungen mancher technischen Entwicklung hinterherhinkt. Multimediale Handbücher, die Simulationen und Filmdateien zu Wartungsprozessen bieten oder Datenbrillen, auf deren Oberfläche Informationen eingespielt werden („Augmented Realitiy"), sind aktuelle Entwicklungen. Mackeprang weist darauf hin, dass nicht die Datenverarbeitung per se das Neue an dem zunehmenden Einsatz der EDV ist, ja nicht einmal sein kann. Schließlich transformiert der Mensch, seit er Sprache nutzt, die Daten, die in Problemen enthalten sind, zu geistig verarbeiteten Informationen. Das Neue liegt vielmehr darin, dass „zunehmend Geistes- und Sinnestätigkeiten (die Datenverarbeitung) des Menschen technisiert, substituiert bzw. ausgelagert werden." (Mackeprang 1999a, S. 4) Die Anforderungen an den Akteur verschieben sich dadurch von der unmittelbaren, anschauungsgesteuerten Handlung hin zu Fähigkeiten, Zusammenhänge auf theoretischer Ebene verstehen zu können.

Proaktive, periodische Durchführung: Die zunehmend komplexer werdenden technischen Systeme führen strukturell zu häufigeren Ausfallgefahren. Allerdings haben die einzelnen Komponenten unterschiedliche Lebensdauern, sodass sie in verschiedenen Intervallen überprüft werden müssten. Dem wird dadurch begegnet, dass entweder Zyklen nach dem schwächsten Glied bestimmt werden. Die dann durchgeführte Inspektion bezieht sich auf alle Teilsysteme, sodass einige Elemente häufiger geprüft werden als notwendig. Das fällt v. a. dann kaum ins Gewicht, wenn die entsprechende Maßnahme mit geringen zeitlichen und finanziellen Kosten verbunden ist oder wenn der Entscheidungsträger nicht der Betreiber selbst ist, wie bei den TÜV-Untersuchungen des Kfz oder der Heizstellenschau privater Verbrennungsanlagen. Eine zweite Variante sind Inspektionen in differierenden Abständen. Ryll und Freund weisen auf den damit verbundenen organisatorischen Aufwand hin: „Dazu müssen vorangegangene Schadensereignisse gut dokumentiert sein, um bspw. mit statistischen Verfahren entsprechende Erfahrungen abzuleiten und in die Festlegung von Austauschintervallen einfließen zu lassen." (Ryll und Freund 2010, S. 30 f.) Hier ist eine Veränderung der Tätigkeiten des Facharbeiters hin zu streng systematischem Vorgehen und die Notwendigkeit, über funktionales und konstruktives Wissen zu verfügen, erkennbar.

Ökonomisierung der technischen Handlung: Technische Fragestellungen zur Instandhaltung sind solche nach der Aufrechterhaltung der Anlagenfunktion, insbesondere nach gleichbleibender Qualität und produktiver Nutzungszeit. Sie ergeben sich aus dem Wunsch, den Prozess auch bei veränderten Bedingungen aufrechterhalten zu können. Da eine Anlage jedoch wenigstens für eine bestimmte Anzahl an Durchläufen auch ohne vorausschauende Instandhaltungsmaßnahmen betrieben werden kann, ist die Auswahl der Maßnahmen, ob reaktiv oder präventiv, letztlich ein ökonomisches Kalkül. Dem Wertverlust der Anlage mit zunehmenden Betriebsstunden und dem zunehmenden Bedarf an Mannstunden durch die sich häufenden Nachjustierungen im Betrieb stehen die Arbeits-, Material- und Logistikkosten für Beobachtung, Wartung, Reparatur und Dokumentation gegenüber. Typische Tätigkeiten sind das Überwachen, das Aufzeichnen von Daten, das Prüfen, Diagnostizieren, Reparieren und Ändern von Zuständen (vgl. Verband der Netzbetreiber 2006, S. 9 ff., aufbauend auf DIN EN 13306 zur Instandhaltung).

Die einzelnen Arbeitsphasen werden zunehmend systematisiert, um Fehler und die damit verbundenen Kosten zu minimieren. Die folgende Abbildung zeigt ein Beispiel aus einem Lehrbuch für die Ausbildung zum Industriemechaniker.



1 *Handlungsanweisung: a) Allgemeine Darstellung b) Konkrete Darstellung*

Baugruppe	Arbeiten	Intervalle 50 h	200 h	1250 h	Bemerkungen
Maschinenbett	Sichtkontrolle auf Sauberkeit und Beschädigung	1, 2	1, 2	1, 2	An Wochenenden reinigen und einölen
Reitstock	Gleitbahn	2	2	2	
	Pinole	3	3	3	
Hydraulik	Öl/Ölstand	1	1	1	Oberfläche des Hydraulikaggregats reinigen
	Leckage	1	1	1	
	Ölfilter	1	1	4	
Kühlschmiermittel	Wasserstand	1, 3	1, 3	1, 3	Vom Bediener alle 8 h zu überprüfen
	Konsistenz	1, 2	1, 3	1, 4	
Späneförderer	Sauberkeit	1, 2	1, 2	1, 2	Kette ausbauen und Förderinnenraum reinigen

1 = prüfen; 2 = reinigen; 3 = auffüllen oder abschmieren; 4 = wechseln oder tauschen

2 *Auszug aus dem Wartungs- und Inspektionsplan einer CNC-Drehmaschine*

Abbildung 34: Instandhaltung als Thema der beruflichen Ausbildung (in: Hahn et al. 2007, S. 202)

In der linken Spalte findet der Auszubildende ein Grundmuster sachgerechter Instandhaltungsmaßnahmen. Dazu gehören das Feststellen des Anlasses, eine konkrete Fragestellung, unter der die weiteren Maßnahmen durchgeführt werden, mögliche Fehlerquellen, Informationen zu Hilfsmitteln und eine abschließende Rückversicherung auf die Eingangsfrage. Die

Darstellung als Flussdiagramm verdeutlicht die Rekursivität des Prozesses, der Regelkreis als wichtige technische Struktur ist erkennbar. Rechts wird eine Konkretion vorgestellt, um den Zusammenhang zwischen Theorie und Praxis zu veranschaulichen. Unten findet sich ein Wartungs- und Inspektionsplan, wie er in der Praxis zu finden ist.

Aus der Abbildung wird deutlich, welche Anforderungen dabei an angehende Facharbeiter gestellt werden. Sie müssen abstrakte Schemata verstehen, Regeln befolgen, Arbeitsschritte dokumentieren. Es können auch Rückschlüsse über Unterschiede zwischen einer Fachkraft mit abgeschlossener Berufsausbildung und angelernten Kräften gezogen werden. Nicht nur, dass letztere auf pragmatische Tipps und das Befolgen von Anleitungen angewiesen sind, sodass sie für jeden Einsatz neu eingelernt werden müssen. Sie werden außerdem die Bedeutung des systematischen Vorgehens kaum so verstehen, wie man das von einem „Gelernten" erwarten kann.

Die Qualifikationsunterschiede zwischen Fachkräften und Laien spiegelt sich in Wartungs- und Bedienungsanleitungen wieder, wie oben bereits dargestellt wurde. Während für Fachkräfte umfassende Informationen zur Verfügung gestellt werden sollen, wird bei Anleitungen für Laien empfohlen, nur das aufzunehmen, was unbedingt erforderlich ist bzw. was sie mit ihrem Kenntnisstand gefahrlos ausführen können. Während die Anleitungen für Laien einfach verständlich sein und der Qualifikation angemessene Texte und Abbildungen enthalten sollen, werden bei denen für Fachkräfte genormte Fachbegriffe, technische Zeichnungen und Pläne eingesetzt. Explizit heißt es: „Es wird empfohlen, solche Anleitungen getrennt von denen für Laien zu erstellen." (EN 62079, S. 23)

Nutzungen in nicht-institutionalisierten Zusammenhängen

Es fehlt, wie bereits erwähnt, eine Theorie der Nutzung. Studien zur Mensch-Maschine-Schnittstelle, besonders im Bereich der Nutzeroberflächen von Software, und Untersuchungen zur Ergonomie haben i. d. R. die konstruktive Verbesserung von Gegenständen zum Ziel und kaum ein besseres Verständnis des Nutzerverhaltens.

Außerbetriebnahme

Außerbetriebnahmen sind analog zu Inbetriebnahmen geregelt. Sie sollen von Fachkräften durchgeführt werden und erfordern funktionales und konstruktives Wissen über das technische System, erst in zweiter Linie Bedienungswissen. In den Richtlinien wird ausdrücklich auf unerwünschte Folgen, die im Verlauf einer Außerbetriebnahme auftreten können, verwiesen und das Hinzuziehen entsprechender Fachleute verlangt. Eine Reihe sichernder Maß-

nahmen ist so verankert, dass juristische Verbindlichkeit entsteht. Bei Brandschutzanlagen beispielsweise ist für den Fall der Außerbetriebnahme vorgeschrieben, dass der Versicherer vorab informiert wird. Es müssen Brandwachen organisiert werden, die Weiterleitung der Brandmeldung gesichert sein und vieles mehr (vgl. VdS Schadenverhütung GmbH 2010).

Auch in der Außerbetriebnahme gibt es nur in geringem Umfang Anleitungen für technische Laien. Wertstoffhöfe der Gemeinden versuchen, durch Informationsbroschüren eine sachgemäße Vorbereitung von Geräten vor der Abgabe sicherzustellen (z. B. Angaben zum Entfernen bzw. zur Sicherung gegen ein Auslaufen von Flüssigkeiten oder zum luftdichten Verpacken schadstoffhaltiger Energiesparlampen mit defektem Gehäuse).

Entwicklung eines Modells der Ablaufstruktur von Nutzungshandlungen

Drei modellhafte Vorstellungen vom Ablauf einer Nutzungshandlung wurden dargestellt und sollen nun genutzt werden, um in zwei Schritten ein allgemeines Modell von Nutzungshandlungen zu entwickeln. Im Vergleich ergeben sich folgende Übereinstimmungen und Unterschiede:

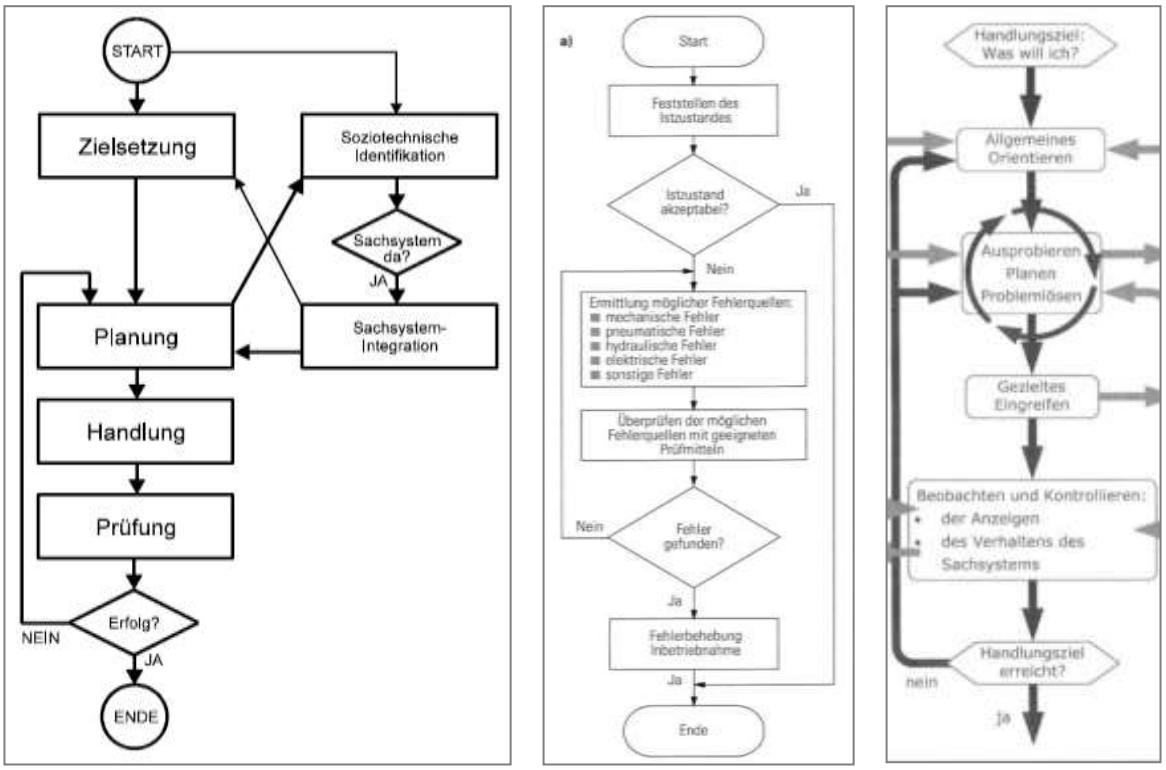


Abbildung 35: Vergleich von drei Ablaufstrukturen technischer Nutzungshandlungen (von links nach rechts: Ropohl, Hahn, Fies)

Die Modelle von Ropohl, Hahn und Fies bauen auf einer rekursiv-verzweigenden Grundstruktur auf: Von der Zielsetzung bis zur Zielerreichung folgen Teilschritte aufeinander. An bestimmten Positionen müssen Entscheidungen getroffen werden, von denen aus der weitere

Verlauf entweder in Zielrichtung voranschreitet oder an eine frühere Position zurückkehrt. Ropohl geht zunächst von einer Entscheidung zwischen zwei Varianten aus (zielorientiert versus mittelorientiert), wobei anschließend ein einheitlicher Ablauf angenommen wird. In diesem gibt es eine zentrale Bewertung am Ende des Prozesses, in der die beiden Möglichkeiten *Handlungsende* oder *Rekursion zur Planung* vorgesehen sind. Hahns Modell ist vergleichbar. Es bezieht sich auf Instandhaltungen, sodass er nicht vom Regelbetrieb ausgeht, sondern von einer Betriebsstörung. Daher fügt er den Regelkreis der Fehlersuche ein, geht aber sonst wie Ropohl von einer zentralen Entscheidungssituation am Ende aus. Interessanterweise sieht er keine Planung vor. Er geht offensichtlich davon aus, dass beim Erlernen dieser Abläufe ein Vorgehen rein nach Anleitung, ohne Planungsüberlegungen, der Standardfall ist. Die Planung wird von ihm u. U. im Ablauf integriert gedacht.

Fies entwickelt eine andere Vorstellung. Er geht von einem weniger methodischen Vorgehen aus und setzt als Beginn der Handlung ein erstes allgemeines Orientieren, das in einem „Sich-Vergewissern, mit welchem Sachsystem man es zu tun hat“ besteht, oft nur durch einen „flüchtigen Blick“ und indem der Nutzer „sein Wissen im Umgang mit diesem oder ähnlichen Sachsystemen“ aktiviert (alle Zitate: Fies 2011, S. 10). Dem folgt eine Phase des Ausprobierens, Planens und Problemlösens, die je nach Situation und Wissensstand des Nutzers linear verlaufen kann, aber auch in einem mehr oder weniger systematischen rekursiv-verzweigenden Prozess. Fies stellt sie mit den kreisförmig angeordneten Pfeilen als mehrfach zu durchlaufende Phase dar, wobei ein „[...] Aufbau neuen Wissens oder Könnens mit diesem bzw. mit ähnlich strukturierten Sachsystemen [...]“ stattfindet (ebd.).

In der Folge werden die Ansätze von Ropohl, Hahn und Fies in einer erweiterten Modellvorstellung kombiniert. Das Strukturschema (vgl. Abbildung 36) wird nicht vertikal wie die drei Referenzschemata angeordnet, sondern in die Horizontale gedreht. Die „Links-Rechts-Darstellung“ entspricht unseren Lesegewohnheiten und ist eine übliche Form, zeitliche Prozesse abzubilden. Es sei an Noten erinnert, die zu den ältesten grafischen Übersetzungen zeitlicher Abläufe gehören. Dieser Darstellungsweise wird im Verlauf der gesamten Studie gefolgt, bis hinein in die *Handlungsstrukturpläne* des deskriptiv-phänomenologischen Teils und den Darstellungen der Folgerungen für Lernprozesse im Technikunterricht am Ende der Arbeit. Es ergibt sich folgende Darstellung einer Verwendung technischer Gegenstände:

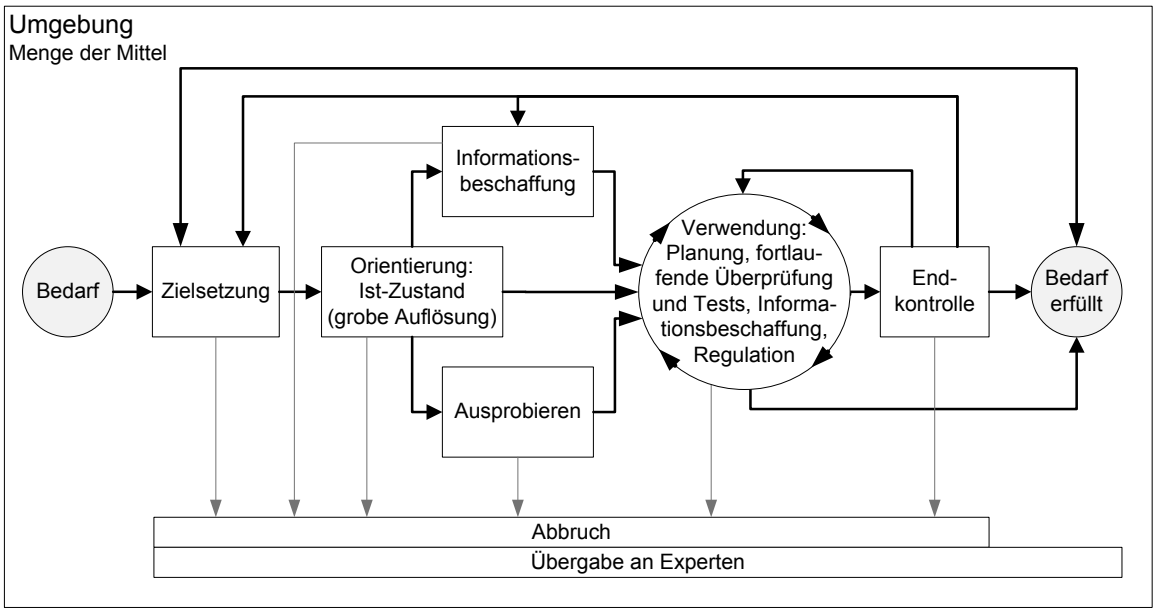


Abbildung 36: Ablaufstruktur einer Verwendung technischer Objekte

Die Grundstruktur des verzweigend-rekursiven Ablaufs wird aus den drei Ansätzen übernommen. Es wird Ropohl und Hahn insoweit gefolgt, dass das handlungsbegleitende Beobachten der Effekte am Sachsystem (Monitoring) und das Beschaffen weiterer Informationen (Updating) in die Systemgrenzen einbezogen wird, sodass die In- und Outputs als systemimmanent betrachtet und nicht, wie bei Fies, gesondert dargestellt werden. Dessen Ansatz, nicht nur modellhafte Problemlöseschemata, sondern reale Handlungssituationen zu erfassen, überzeugt besonders im Handlungsbereich *Verwendung technischer Systeme*, da hier zu einem großen Teil in nicht-institutionalisierten Zusammenhängen agiert wird und der intuitive, oft auch der improvisierende Modus überwiegt. Außerdem entgeht Fies mit seiner Annahme einer parallel verlaufenden Planung und Handlung dem „Geist-in-der-Maschine-Problem“ (vgl. Ryle). Der Unterscheidung zwischen *hintereinandergeschalteten* Phasen des ausprobierenden Problemlösens und des gezielten Eingreifens wird nicht gefolgt, genauso wenig der scharfen Trennung zwischen Planung und Ausführung bei Ropohl. Es wird davon ausgegangen, dass frei erprobendes und auf Wissen basiertes, gezieltes Eingreifen sowohl parallel als auch nacheinander als auch in Mischformen auftritt, sodass es nicht als gesonderter Handlungsschritt abgebildet wird. Von Fies wird die Vorstellung übernommen, dass in der Phase der Ausführung regulative Maßnahmen fortlaufend stattfinden, auch in mehreren Durchläufen. Daher ist dieser zentrale Bereich als Kreisform dargestellt, mit umlaufenden Pfeilen, um den Kreislaufcharakter zu verdeutlichen.

Übernommen werden außerdem die bei Ropohl, Hahn und Fies dargestellten Phänomene der Rekursionen und „Abkürzungen“. In der quantitativen Gewichtung überzeugt Fies am stärksten, solche Prozessformen sind nicht nur einleitend und abschließend zu finden, sondern im Verlauf der gesamten Handlung.

Bei Nutzungshandlungen stehen das Erkennen der Instrumentalität eines Objektes und sein Integrieren in die Handlung im Mittelpunkt. Dies wird durch die Doppelpfeile von der Orientierung und der Verwendung in den Bereich der Handlungsumgebung dargestellt. Die Umgebung ist eine wesentliche Bestimmungsgröße des Handelns, sie bietet außerdem den Pool an Gegenständen, die als Mittel in die Handlung integriert werden können.

Zwei Formen des Ablaufs werden ergänzt, weil sie in der Realität regelmäßig vorkommen: Zunächst wird dem Umstand Rechnung getragen, dass Verwendungen jederzeit abgebrochen werden können: Wenn bei der Zielsetzung erkannt wird, dass der „Preis“ für die Handlung zu hoch ist (vgl. die Erwartung-mal-Wert-Modelle); wenn die erste Orientierung zeigt, dass die zur Verfügung stehenden Mittel nicht ausreichen oder wenn sich der Nutzer den Umgang mit ihnen nicht zutraut (vgl. Ropohls mittelorientierte Verwendung); wenn zu wenig Informationen vorliegen oder die verfügbaren zeigen, dass eine Verwendung eine geringe Erfolgsaussicht verspricht bzw. zu gefährlich ist; wenn bei der Verwendung festgestellt wird, dass der Aufwand zu groß wird; oder ganz lapidar, wenn der Nutzer die Lust an der Verwendung verliert; wenn bei der Endkontrolle festgestellt wird, dass das Ergebnis nicht zufriedenstellend ist und wenn eine Optimierung unwahrscheinlich ist oder dafür die Zeit bzw. die Mittel fehlen: In all diesen Fällen ist ein Handlungsabbruch eine häufig auftretende Form, er wird daher als Entscheidungsvariante vorgesehen. Zweitens werden Entscheidungen berücksichtigt, bei denen die Problemlösung in die Hände von „Experten“ übergeben wird. Der Handelnde kann damit seinen Bedarf befriedigen, auch wenn er selbst in der Nutzung gescheitert ist.

Bewertungen werden in jeder Entscheidungssituation vorgenommen. Sie können sich situativ auf eine einzelne Entscheidung beziehen oder auf den bis dato durchlaufenen Prozess. Sie werden genauso in den Pfeilen verkörpert wie die Operationen.

Die drei motivationalen Ebenen des allgemeinen Modells technischen Handelns müssen als Hintergrundfolie mitgedacht werden. Sie müssten in der Ablaufstruktur dreidimensional dargestellt werden. Dies führt jedoch zu der Schwierigkeit, bewusste und unbewusste Anteile

trennen zu müssen, was die Gefahr grundsätzlicher Missverständnisse provozieren würde[65]. Daher wurde darauf verzichtet.

Die Ablaufstruktur der Verwendung technischer Objekte soll nun inhaltlich beschrieben und überprüft werden. Dies wird an einem fiktiven, aber alltagstypischen Beispiel durchgeführt: Ein Nutzer möchte an einem ihm unbekannten Kopiergerät eine Seite aus einer Tageszeitung kopieren[66].

Ausgelöst wird die Verwendung durch einen Bedarf, wobei es keine Rolle spielt, auf welcher Ebene der Motivation (zweckrational, persönlichkeitsentfaltend, sozial-kommunikativ) sein Schwerpunkt liegt, da in jedem Fall ein erfolgreiches Nutzen angestrebt wird. Der Bedarf wird in einer Zielvorstellung konkretisiert. Es erfolgt eine Orientierung über den Ist-Zustand, die in aller Regel ohne großen Aufwand verwirklicht wird: Wo genügend Erfahrung verfügbar ist, wird sie nur im Erfassen der Situationsbedingungen bestehen, wo wenig Erfahrung besteht, werden analoge Verwendungszusammenhänge gesucht bzw. ein grober Nutzungsplan erstellt. Dies kann in einer Abfolge von Teilschritten geschehen oder aber nur in einem Ansatzpunkt, an dem die Nutzung beginnen könnte. Diese Vorgänge werden in aller Regel von außen kaum beobachtbar sein, da sie überwiegend kognitive Prozesse sind und schnell ablaufen. Wenn von einem „Nutzungsplan“ gesprochen wird, dann ist damit ein implizit verfügbarer Plan gemeint und kein explizierter (meistens auch kein explizierbarer).

> *Es wird davon ausgegangen, dass der fiktive Nutzer bereits an anderen Geräten kopiert hat, sodass ihm die Grundfunktionen bekannt sind. Er wird die Abdeckung des Gerätes öffnen, seine Vorlage einlegen, den Deckel schließen und eine Starttaste suchen. Es lohnt sich für ihn zunächst nicht, die Bedienungsanleitung zurate zu ziehen.*

Nun öffnen sich drei grundsätzlich verschiedene Wege: Verfügt der Handelnde über Erfahrung mit der Situation, wird er das Objekt direkt nutzen (mittlerer Pfeil im Schema von der Orientierung zur Verwendung). Dabei verlaufen Planung, Überwachung und Regulierung parallel. Sind zu wenig Erfahrungen vorhanden, kann der Gegenstand intuitiv-erprobend verwendet werden, oder aber es findet eine gezielte Informationsbeschaffung statt. Diese beiden explorativen Varianten werden solange durchlaufen, bis entweder ein Abbruch erfolgt

[65] Ein interessanter Versuch, Beziehungen in Handlungen dreidimensional darzustellen, findet sich in Dörner (1987, S. 32).
[66] Bei der Beschreibung der Vorgehensweise des Nutzers wird zurückgegriffen auf die Beschreibung eines Mitarbeiters eines Kopiergeräteherstellers typischer Formen des Nutzerverhaltens (van de Water 1989).

oder bis sich der Handelnde genügend Wissen und Können erarbeitet hat, um die Verwendung erfolgreich zu absolvieren.

> *Der Startknopf wird betätigt, die Kopie wird entnommen und begutachtet. Stimmt das Ergebnis mit den Anforderungen überein, ist die Handlung beendet. Ist der Nutzer nicht zufrieden, etwa weil der Ausschnitt nicht der gewünschte ist, weil die Abbildung zu dunkel ist oder weil die Vorlage schief eingelegt wurde, wird nachjustiert werden. Angenommen, die Kopie ist zu dunkel, wird der Nutzer an den Stellgliedern des Kopierers nach einer Möglichkeit suchen, die Helligkeit zu verändern. Verfügt das Gerät über ein Display, wird er sich ausprobierend durch die Menüführung arbeiten. Erst wenn er auf diesem unaufwendigen Weg zu keinem Erfolg kommt, wird er den Suchraum erweitern und nach einer Bedienungsanleitung oder nach einer kompetenten Person suchen. Er wird die Einstellungen vornehmen und eine weitere Kopie erstellen.*

In einer Endkontrolle wird das Ergebnis mit der Zielsetzung verglichen, sie kann auch beiläufig während der Nutzung stattfinden. Ist das Ergebnis nicht zufriedenstellend, kann direkt ein neuer Durchlauf gestartet oder zunächst neue Informationen beschafft werden, um den folgenden Versuch zu verbessern. Es ist aber auch denkbar, dass die Ziele überprüft und evt. neu definiert werden.

> *Der Nutzer wird das Ergebnis betrachten und bewerten, ob es den Anforderungen genügt. Sollte das nicht der Fall sein, kann er einen weiteren ausprobierenden Nutzungsdurchlauf starten (Schleife 1), er kann weitere Informationen suchen (Schleife 2), oder aber er kann seine Zielsetzung überprüfen und gegebenenfalls revidieren, beispielsweise indem er abwägt, ob der erzielte Helligkeitsgrad nicht doch ausreichend ist für den Zweck, zu dem die Kopie dient.*

Prinzipiell ist eine Nutzung denkbar, die ohne eine Endkontrolle ausgeführt wird, etwa wenn sich der Handelnde blind auf das technische System verlässt oder wenn er die Folgen der Handlung nicht direkt erfährt.

> *Der Nutzer könnte die kopierte Seite nehmen und die Handlung ohne Kontrolle beenden, weil er Erfahrung im Umgang mit Kopiergeräten hat oder weil die zuvor ausprobierte Einstellung dem gewünschten Ergebnis sehr nahe kam und er sicher ist, dass mit einer weiteren Anpassung der Bedarf erfüllt ist.*

In stark institutionalisierten Kontexten müsste angenommen werden, dass die Verwendung eher im mittleren und oberen Bereich des Schemas angesiedelt ist. Die Abläufe werden dort

in aller Regel soweit eingeübt, dass der reibungslose mittlere Weg die häufigste Form ist. Bei Problemen sollten gezieltes und systematisches Regulieren bzw. gezielte Informationsbeschaffung bevorzugte Modi sein, ein Handlungsabbruch müsste als vorläufige Maßnahme, als Unterbrechung verstanden werden, da das Ergebnis der Verwendung in aller Regel an Anschlusshandlungen gebunden ist. In schwach institutionalisierten Kontexten besteht dagegen ein geringerer Erfolgsdruck, sodass das Ausprobieren, auch ein unsystematisches, manchmal sogar bevorzugtes Mittel sein wird.

Der Erfolg einer Verwendung von Sachsystemen hängt von unterschiedlichsten Faktoren ab, oft auch von Zufällen. Es kann nicht pauschal angenommen werden, dass eine systematische Vorgehensweise und eine Kontrolle von Zwischenständen die Erfolgswahrscheinlichkeit in jedem Kontext erhöht. Da technische Handlungen primär zweckrationalen Überlegungen folgen, ist eine Ausführung mit geringstem Aufwand (Rationalitätsprinzip) grundsätzlich nicht abzuwerten, eigentlich ist sie positiv zu bewerten. Wo Erfahrungen im Umgang mit dem Sachsystem fehlen, kann aber davon ausgegangen werden, dass der Modus des guten Funktionierens am ehesten zu erreichen ist, wenn Maßnahmen zur Qualitätssicherung eingesetzt werden. Die wirken sich allerdings nur auf die *Qualität* der Handlung und ihres Ergebnisses aus, die grundlegende *Technizität* bleibt davon unberührt, ob solche Maßnahmen ergriffen werden oder nicht.

> *Auch wenn der Nutzer die Kopie, ohne sie anzuschauen, in die Tasche steckt, liegt eine technische Handlung vor, allerdings eine, die den gängigen Regeln technischer Praxis nicht gerecht wird. Unter einem engen Verständnis des Begriffs technischen Handelns wird diese Einschätzung vermutlich nicht geteilt werden.*

Ein Ordnungsrahmen für eine Theorie der Technikverwendung

Auch wenn eine Theorie der Technikverwendung hier nicht entwickelt werden kann[67], so soll doch ein Rahmen abgesteckt werden, der hilft, den Blick auf Nutzungshandlungen zu strukturieren. Dabei wird den Hinweisen Ropohls zur Unterscheidung zwischen teleologischem und deskriptivem Blick auf Technik gefolgt. Während er sich im Zusammenhang mit dem Funktionsbegriff für den deskriptiven Blick entscheidet (um die Gefahr zu vermeiden,

[67] Kron bezeichnet Theorien als „Basistexte[...], die der Prognose, der Planung und der Prüfung von Forschungsprozessen und Forschungsergebnissen dienen." (Kron 1999, S. 75) Sie sind Ergebnis von und Grundlage für Forschung und können daher kaum am Anfang einer wissenschaftlichen Auseinandersetzung stehen. Modelle bilden Vorformen von Theorien (a. a. O., S. 77), sie stehen in Handlungszusammenhängen und reduzieren Komplexität.

deskriptive und normative Aussagen zu vermischen; vgl. Ropohl 2009, S. 79 und S. 126), werden hier beide Sichtweisen genutzt. In der Ablaufstruktur technischer Nutzungshandlungen im vorigen Kapitel wurde deskriptiv vorgegangen. Nun sollen in den vier Betrachtungsdimensionen technischen Handelns teleologische Aspekte gesammelt und strukturiert werden.

Dimension 1: Rationale und emotionale Anteile einer Nutzungshandlung

Zunächst werden, dem allgemeinen Modell technischer Handlungen folgend, rationale und emotionale Beweggründe eines Handelnden unterschieden. Es sei noch einmal betont, dass dies zu analytischen Zwecken geschieht. Die Gefahr, die in solchen Unterscheidungen steckt, ist die Vorstellung, eine der Komponenten ließe sich in bestimmten Zusammenhängen ohne die andere verwirklichen. Selbst in hochinstitutionalisierten beruflichen Kontexten lassen sich emotionale Einflüsse nicht leugnen, sie sind dort u. U. genauso ausgeprägt wie in alltäglichen Zusammenhängen.

Dimension 2: Motivationen des Nutzers

Technische Artefakte sind auf einen konkreten Verwendungszweck hin entworfen – Schapp nennt sie „Wozudinge“ (Schapp 1953). Beim Verwenden muss grundsätzlich von zwei unterschiedlichen Arten des Umgangs ausgegangen werden.

Sie können zum einen in der für sie vorgesehenen Art und Weise verwendet werden. Das ist der Fall, wenn Nutzer sich vor dem Gebrauch darüber informieren, welche Haupt- und Nebenfunktionen der Gegenstand bietet und unter welchen Bedingungen er wie bedient werden sollte. Das ist aber auch dort der Fall, wo der Nutzer über genügend Erfahrung im Umgang mit vergleichbaren Dingen verfügt und die Nutzerführung am Objekt selbst so eindeutig ist, dass Fehlnutzungen vermieden werden.

Zweitens kann sich ihre Nutzungsweise aber auch aus der Situation ergeben: Ist kein Hammer zur Hand, werden Dinge „zum Hammer gemacht“. Dass dabei das zweckentfremdete Ding beschädigt werden kann, spielt je nach Dringlichkeit und Sensibilität des Bedieners eine wichtige oder eine untergeordnete Rolle.

Gemeinsam ist beiden Arten der Nutzung, dass sie auf ein Bedürfnis gerichtet sind, das mit dem Moment seiner Erfüllung beseitigt ist. Ihre Unterschiede werden nur in der Art und Weise der Ausführung sichtbar, indem im ersten Fall nicht nur das Ergebnis, sondern auch Folgen der Handlung berücksichtigt werden. Es ist nicht zwingend, die erste Art pauschal den professionellen, die zweite den laienhaften Nutzern zuzusprechen. Es gibt in technischen Berufen häufig Situationen, in denen ein Gegenstand nicht wie vorgesehen eingesetzt wird,

etwa wenn das Beschaffen des zweckmäßigsten Werkzeugs zu aufwendig wäre – man denke an den Installateur, der beim Kunden feststellt, dass er das passende Werkzeug nicht vor Ort hat. Auf der anderen Seite gibt es unter technischen Laien Nutzer, die gerade aus der Kenntnis ihres mangelhaften Wissens heraus streng nach Bedienungsanleitung vorgehen, oder solche, die sich fundierte Fähigkeiten selbst erarbeitet haben.

Daher wird die Unterscheidung zwischen zweckentsprechendem und zweckentfremdendem Nutzen dem Grad an Institutionalisierung hier vorgezogen. Sie erlaubt, ein zweckdienliches Handeln mit Artefakten, das am Modus des guten Funktionierens ausgerichtet ist, anders zu bewerten als ein unbedachtes Hantieren, das eine Zerstörung billigend in Kauf nimmt. Picasso antwortete einmal auf die Frage, warum er die Dinge, die er male, so stark verfremde: „Ich verwende in meinen Bildern alle Dinge, die ich gerne habe. Wie es den Dingen dabei ergeht, ist mir einerlei – sie müssen sich eben damit abfinden." (Picasso 1957, S. 26) Hier ist ein Unterschied zwischen künstlerischem und technischem Handeln angesprochen. Auch im technischen Handeln muss sich das Ding damit abfinden, wie es genutzt wird. Wie es „den Dingen dabei ergeht", sollte einem technisch Handelnden dagegen nicht egal sein. Die Aufrechterhaltung der Umgebungsbedingungen, das verantwortliche Umgehen mit Ressourcen, das sachgerechte Verwenden (und letztlich auch das Auflösen), gehören in den Kontext der Beachtung intendierter und nichtintendierter Handlungsfolgen und damit in das große Feld der Wertorientierung.

Neben den Bedarfen, die sich auf unmittelbare Bedürfnisbefriedigungen richten, wird die Verwendung eines Produktes auch durch personale und soziale Bedürfnissen beeinflusst, die i. d. R. nicht offen zu Tage treten. Zu den personalen zählt der Wunsch nach ästhetisch-expressiver Darstellung der Persönlichkeit, nach Könnenserfahrungen, nach Funktionserfahrungen des eigenen Körpers usw. Fuhrer nimmt an, dass die Person ihre Fähigkeiten in der Handlung vergegenständlicht, im Erlebnis der Handlung gelingt ihr dann eine „Wiederaneignung durch Re-Subjektivierung" (Fuhrer 1999, S. 104). So beeinflussen Erfahrungen im Umgang mit Dingen die Persönlichkeitsentwicklung maßgeblich. „Identität konstituiert sich folglich weder ‚innerhalb' noch ‚außerhalb' der Person, sondern bildet die Schnittstelle, worin sich Person und Kultur wechselseitig hervorbringen [...]" (a. a. O., S. 103). Zu den sozialen Bedürfnissen gehören die Interaktion und Kommunikation innerhalb der Gemeinschaft, über die sich die Person sozial definiert. Durch die Rückmeldung der Gemeinschaft kann das Bild der eigenen Persönlichkeit ausdifferenziert werden, sie erfährt sich als stark oder schwach konsistente Identität („Modus des Sich-ausdrücken-Könnens").

Dimension 3: Die Zweck-Mittel-Relation

Im Verwenden von Technik wird Wissen über das Sachsystem aufgebaut, dieses wiederum beeinflusst weitere Verwendungen. Dasselbe gilt für das ästhetischen Empfinden, für Könnenserfahrungen und für symbolisch-expressive Erfahrungen. Sie formen sich in der Verwendung und bestimmen sie wiederum maßgeblich. Allgemein wird davon ausgegangen, dass der Zweck die *Wahl* der Mittel bestimmt. Hier wird ergänzt, dass er auch die *Art* der Mittelverwendung beeinflusst. Und, mit Ropohl, muss beachtet werden, dass auch ein Mittel einen Zweck ins Interesse holen kann.

Dimension 4: Der Fokus der Aufmerksamkeit bei einer Nutzungshandlung

Viertens soll betrachtet werden, in welcher Art und Weise bzw. in welcher „Tiefe“ ein Nutzer auf die Folgen seiner Handlung achtet. Sieht er nur die Bedürfnisbefriedigung oder erkennt er, dass nicht-intendierte Folgen auftreten? Erkennt er die Bedingungen, an die das Erreichen seines Ziels geknüpft ist? Von einer geringen Erkenntnistiefe wird hier ausgegangen, wenn der Nutzer nur sein personales Handlungssystem beachtet. Mit zunehmender Weitung des Blickes erschließen sich ihm neue Betrachtungselemente und Zusammenhänge, bis er schließlich auch die hierarchische Struktur seiner Handlung erfassen kann.

In der folgenden Abbildung sind die vier Dimensionen in einer modellhaften Vorstellung des Ordnungsrahmens einer Theorie der Technikverwendung dargestellt:

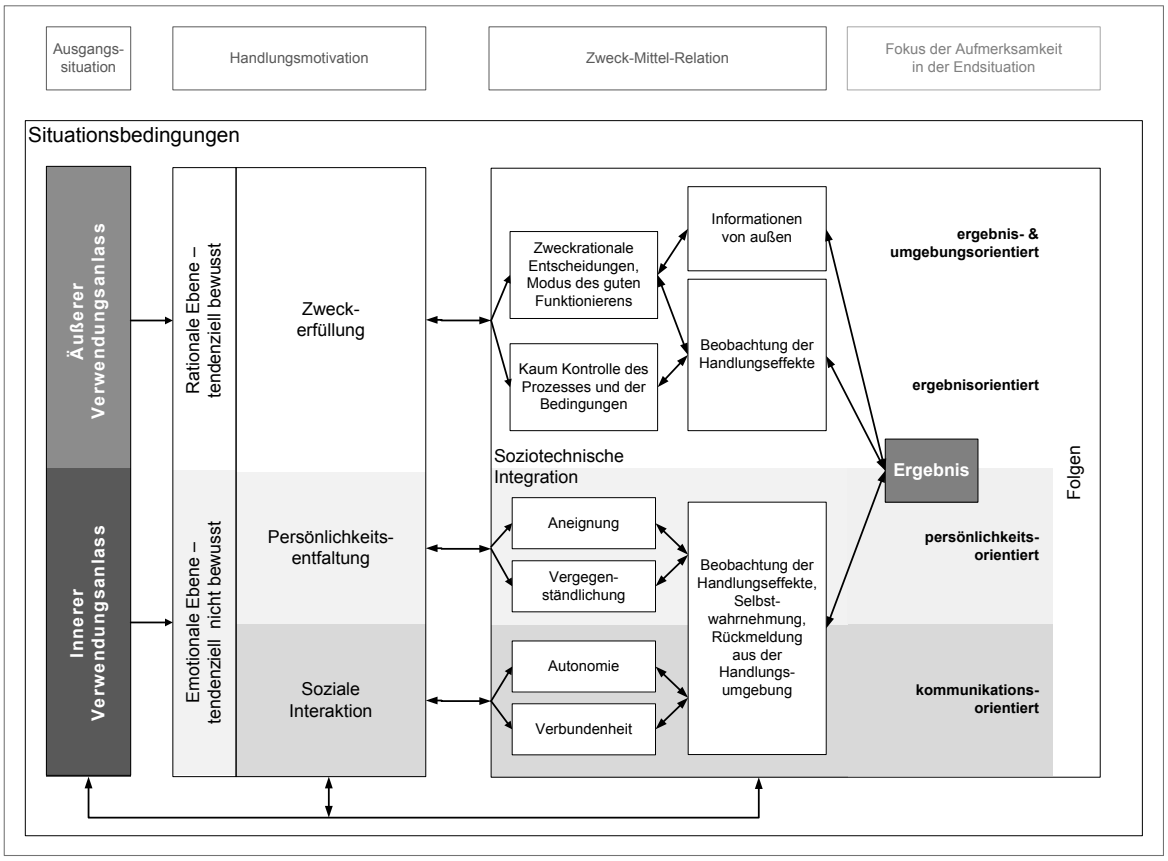


Abbildung 37: Ordnungsrahmen für eine Theorie der Technikverwendung

Die erste Dimension erscheint in der horizontalen Gliederung: oben die rationale Ebene, unten die emotionale. Die Handlungsmotivation ist in der zweiten Spalte dargestellt, die Zweck-Mittel-Relation in der dritten. Die Erkenntnistiefe über die Folgen der Verwendung ist in der rechten Spalte abgetragen.

Das Schema soll wiederum an einem einfachen Beispiel erläutert werden: Die Akkus einer Fahrradbeleuchtung sind leer und sollen mit einem Ladegerät aufgeladen werden.

Zunächst wird die Variante einer sachgemäßen Verwendung betrachtet. Entweder weiß der Nutzer, wie er mit dem Ladegerät umgeht, oder er informiert sich über die Bedienungsanleitung. Er wird kontrollieren, ob das Ladegerät für den Akku-Typ geeignet ist und ob er die Schnellladefunktion nutzen kann. Er wird beim Einlegen der Akkus die Polung beachten, wird sie evt. über die Entladefunktion entladen und wird die Ladezeit beachten, den Vorgang also rechtzeitig vor der Nutzung beginnen. Das Ergebnis sind geladene Akkus. Bei häufiger Verwendung wird sich zeigen, dass die Akkus bei einer solchen Behandlung eine größere Lebensdauer haben, was gerade bei ihren problematischen Inhaltstoffen auch unter ökologischen Gesichtspunkten erstrebenswert ist. Der Nutzer beachtet in diesem Fall nicht nur das intendierte Ergebnis, sondern auch mögliche Folgen.

Eine unsachgemäße Verwendung könnte folgendermaßen aussehen: Der Nutzer kümmert sich nicht um die Rahmenbedingungen, sondern legt die Akkus in das Ladegerät und schaltet es ein. Je nach Konstellation kann ein brauchbares Ergebnis entstehen, z. B. wenn es sich um ein geregeltes Gerät handelt, das den Ladevorgang automatisch dem Akku-Typ anpasst, oder wenn zufällig alle Elemente und Prozesse zueinander passen. Dann wird die Beleuchtung funktionieren, zumindest dieses eine Mal. Es kann aber auch ein bedingt brauchbares oder ein unbrauchbares Ergebnis entstehen, wenn z. B. die Ladezeit nicht ausreicht, der Akku in falscher Polungsrichtung eingelegt wurde oder defekt war und der Ladevorgang daher erfolglos bleibt. Oder es entsteht eine Gefahrensituation, wenn beispielsweise versehentlich eine normale Monozelle eingelegt wurde. Das Ergebnis kann für den konkreten Nutzungsfall identisch mit der sachgemäßen Nutzung sein, trotzdem verläuft die Handlung auf eine andere Art und Weise.

Mit Blick auf die emotionale Ebene ist die Handlung anders zu betrachten. Nicht nur bei Kaufentscheidungen, sondern auch bei der Nutzung spielen Emotionen eine nicht zu unterschätzende Rolle. Die Bandbreite reicht vom guten Gefühl, etwas ordentlich gemacht zu haben über die Freude an einem reibungslosen Ablauf bis zur Pedanterie. Aber auch Desinteresse an der sachgerechten Verwendung ist Realität, wenn weder mit dem Gegenstand noch mit der Vorgehensweise positive Wertigkeiten verbunden sind. Die Forschung zum Fähigkeitsselbstkonzept kann stabile Daten vorweisen, die einen signifikanten Zusammenhang zwischen Misserfolgserfahrungen und ablehnender oder gleichgültiger Haltung einer Handlungssituation gegenüber zeigen (s. u.). Wünsche nach Vergegenständlichung eigener Absichten in der Welt (Selbsterweiterung) und der Aneignung der Welt prägen dieses Feld der persönlichkeitsentfaltenden Handlungsmotive.

Die soziale Wirkung ist beim Verwenden eines Artefaktes nicht immer direkt beobachtbar. Wenn Nutzer aber mit großer Detailgenauigkeit die von ihnen genutzten Produkte bzw. deren „Features“ auflisten, wenn sie untereinander Leistungsmerkmale ihrer Gerätschaften vergleichen, dann lässt sich darin unschwer das Kommunizieren eines Technikstils, und darüber auch eines gesellschaftlichen Status´ bzw. eines Habitus´ erkennen. So können Fahrradfahrer mit der Diskussion über Beleuchtungssysteme Abende füllen – in Wiesmüllers Typologie wären das die Freaks bzw. die Fetischisten. Antriebe des Handelns liegen hier in den Motiven des Autonomieempfindens und der Verbundenheit innerhalb des sozialen Systems.

Das Beispiel verdeutlicht, dass nicht für jede Nutzungshandlung die rationale und die emotionale Ebene gleichermaßen bedeutungsvoll sind. In Situationen mit kurzer Wirkungskette

wird ein Bedenken der Handlungsfolgen bedeutungslos. So spielt es weder individuell noch gesellschaftlich eine Rolle, ob ein Gelegenheitsradfahrer in seine Fahrradbeleuchtung alle zwei Jahre Batterien oder Akkus einlegt. Akkus enthalten ökologisch bedenklichere Inhaltsstoffe, sodass ihr Nutzen in puncto Abfallvermeidung durch die Art des Abfalls konterkariert wird. Bei seltenen Austauschintervallen weisen die beiden Varianten geringe Unterschiede auf. Tauscht man das Beleuchtungsbeispiel aber mit einer Diskussion über die Folgen der E-Bike-Nutzung aus, dann bekommt ein Bewusstsein über die Handlungsfolgen eine deutliche Relevanz. Deren Akkus werden teilweise unter prekären ökologischen und sozialen Bedingungen hergestellt, sodass eine Bilanzierung der Folgen massenhafter E-Bike-Nutzung bedeutsam ist.

Zusammenfassung

Das Nutzen bzw. Verwenden technischer Objekte ist wie kein anderer Handlungsbereich von Laien wie von Facharbeitern aus technischen Berufen, in schwach und in stark institutionalisierten Zusammenhängen, alltägliche Realität. Trotzdem fehlt eine Theorie der Technikverwendung bis heute.

Um den Ausführungen zu diesem Handlungsbereich einen Rahmen zu geben, wurden zwei modellhafte Vorstellungen entwickelt. Die erste betrifft den Verlauf einer Nutzung. Dieser wurde als geregelte, rekursive Struktur entworfen, in der intuitive und systematische Vorgehensweisen gleichermaßen enthalten sind, ohne dass einer dieser Verwendungsarten prinzipiell eine höhere Wertigkeit zugesprochen wird. Aus der deskriptiven Beschreibung kann keine normative Bewertung abgeleitet werden.

Das zweite Modell bezieht sich auf die teleologische Struktur einer Handlung. Dabei wurden zweckrationale und emotionale Ebenen gesondert erfasst und spezifische Zwecke zugeordnet. Das sind, gleichsam an der beobachtbaren Oberfläche des Handelns, die Zwecke des „äußeren“ Bedarfs, wie sie beispielsweise in Maslows Bedürfnispyramide abgebildet sind. Das sind zweitens Motive der Persönlichkeitsentfaltung durch die Auseinandersetzung mit der Welt in einem doppelt rückbezüglichen Prozess: Der Handelnde verwirklicht seine Absichten im Umgang mit der Außenwelt und erhält Rückmeldung zu seiner persönlichen Art des Umgangs durch die Reaktion der Außenwelt. Und drittens sind das Motive, die auf die Positionierung der Person in ihrer sozialen Umwelt abzielen. Gerade durch das Nutzen bestimmter Artefakte kennzeichnet sich der Handelnde als zugehörig zu einer Gruppe bzw. zeigt sich in einer individuellen Art und Weise der Lebensgestaltung. Die beiden letzten Be-

reiche der Handlungsmotive sind dem Handelnden selten direkt bewusst, von außen aber beobachtbar und beschreibbar.

3.6.5 Der Handlungsbereich Technikauflösung

Das Auflösen technischer Systeme bekommt zunehmende gesellschaftspolitische Bedeutung. Mit der akuter werdenden Verknappung von Rohstoffen wird Recycling als grundlegende Maßnahme relevant, aus ökonomischer Sicht, aus ökologischer, aber auch im Hinblick auf das Thema der Gerechtigkeit zwischen Staaten und Generationen. Das Ende der Nutzbarkeit zahlreicher Rohstoffe, das in der Studie „Grenzen des Wachstums“ (Meadows 1979) prognostiziert wurde, geriet mit der Entdeckung neuer Lagerstätten und neuer Fördertechnologien immer mehr in Vergessenheit. Selbst der erste Sammelband der „Gesellschaft für die Rechte zukünftiger Generationen“ (1997), zwanzig Jahre nach dem Bericht des Club of Rome, führt dieses Thema nicht auf. Mittlerweile kann die Tatsache, dass zahlreiche Rohstoffe ihren „Peak“, also den Höhepunkt ihrer Verfügbarkeit, überschritten haben, nicht mehr ignoriert werden. Es wird, in Anspielung auf den Begriff „peak oil“, von einem „peak everything“ gesprochen, also von einer Reichweitenverknappung aller Rohstoffe (etwa von Paech 2010 oder von Heinberg 2010). Ein eindrucksvolles Beispiel für die Folgen ist die Verknappung von Phosphat (z. B. in pflanzenforschung.de 2009), die absehbar ist und die die Landwirtschaft grundlegend verändern könnte.

In den Technikwissenschaften, aber auch im Alltag technischer Betriebe, werden im Zusammenhang mit der Technikauflösung die Gesichtspunkte Sicherheit und Befolgen gesetzlicher Vorschriften thematisiert. Ob sich darin ein gesteigertes Bewusstsein um die gesellschaftlichen und ökologischen Folgen ausdrückt oder der Druck gesetzlicher Verordnungen, lässt sich nicht ermitteln. Dass sich im „Tabellenbuch Metall“ (Fischer 2005, S. 197) Hinweise zur „Entsorgung von Stoffen“ finden, darunter Verweise auf das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz und zum Umgang mit in der Metallbranche häufig anfallenden Stoffen, etwa von Schneideölen, Akkus oder verschmutzten Lappen, zeigt den Grad an Institutionalisierung des Sachverhalts.

Im gering standardisierten Umgang mit technischen Systemen greifen die gesetzlichen Vorschriften nur partiell, da sie nicht konsequent durchgesetzt werden können. Daher müssen sie durch andere Maßnahmen ergänzt werden, beispielsweise durch Pfand- und Sammelsysteme, durch Aufklärungsmaßnahmen usw.

Steuerung der Rückgabe durch Verordnungen

Am Beispiel der EU-Verordnung über Elektro- und Elektronik-Altgeräte können typische staatliche Lenkungsmaßnahmen beschrieben werden. Zunächst werden dort Begriffe und Zuständigkeiten definiert. Es folgt eine Auflistung von Steuerungselementen (vgl. Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union 27.01.2003):

- Richtlinien zur Produktkonzeption (Art. 4), z. B. demontage- und recyclinggerechtes Gestalten;
- Richtlinien zur getrennten und für den Nutzer kostenlosen Sammlung (Art. 5);
- Richtlinien zu Maßnahmen zur Behandlung (Art. 6): Beachtung von Umweltstandards, Genehmigungs- bzw. Inspektionspflicht für ausführende Betriebe;
- Richtlinien zur Verwertung (Art. 7): Festlegung von Verwertungsquoten, Verpflichtung zur Dokumentation der Verwertungsmengen;
- Richtlinien zur Finanzierung (Art. 8 und 9): Finanzierung durch die Hersteller;
- Richtlinien zur Information: Informationen zur Rückgabepflicht, zur Bedeutung der Rückgabe, zu Sammelstellen, zur Kennzeichnung der Abgabe- und Sammelpflicht auf dem Gerät bzw. in Gebrauchsanweisungen für Nutzer (Art. 10) und Anlagenbetreiber der Verwertungswirtschaft (Art. 11);
- Richtlinien zur Informations- und Berichtspflicht der Hersteller gegenüber den Mitgliedstaaten und der Kommission (Art. 12);
- Richtlinien zur Anpassung an den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt (Art. 13).

Von den Steuerungselementen sind einige der am Lebenszyklus des Artefaktes beteiligten Handlungssubjekte betroffen: die Hersteller, die Verbraucher, die Verwertungswirtschaft, aber auch staatliche Institutionen. An verschiedenen Stellen sind Angaben zur zeitlichen Umsetzung gemacht. Bemerkenswert ist Artikel 13, der daran ansetzt, dass Technik einem fortlaufenden Veränderungsprozess unterliegt und die Hersteller und Entsorger in die Verantwortung nimmt, von Fortschritten nicht nur selbst zu profitieren, sondern auch die Gesellschaft teilhaben zu lassen.

An zwei Beispielen soll kurz aufgezeigt werden, welchen Erfolg solche staatlichen Lenkungselemente haben.

Erfolg staatlicher Lenkung am Beispiel der Rücklaufquoten von Batterien

Ein Vergleich der Sammelquoten von Batterien in Europa zeigt große Unterschiede. Sie schwanken zwischen Staaten mit Quoten unter 5% (die baltischen Staaten, Italien, Ungarn, Rumänien, Bulgarien, Malta, Zypern, Slowenien, Slowakei, Tschechien, Türkei, Großbritannien), etwa im EU-Durchschnitt von ca. 14% liegen Finnland und Luxemburg. Deutschland und Österreich liegen mit 40% im oberen Bereich, den Spitzenwert erzielt die Schweiz mit 65% (vgl. Brand 2009, S. 3). Dass EU-Mitgliedstaaten der ersten Stunde wie Italien oder Großbritannien solch geringe Rücklaufquoten haben, zeigt die sehr begrenzte Reichweite einer Verordnung. Ohne ein Bewusstsein für die Bedeutung der Maßnahmen in der Bevölkerung laufen Richtlinien offensichtlich ins Leere.

Erfolg staatlicher Lenkung am Beispiel der Getränkeverordnung

Eine Studie über die Sammelquoten von Getränkeverpackungen in Deutschland ermittelt bei Mehrweg-Pfandflaschen eine Rücklaufquote von annähernd 100% (Albrecht et al. 2011, S. X), bei Einweg-Pfandflaschen von ca. 80% (a. a. O., S. XI) und von knapp 55% bei PET-Einwegflaschen und Getränkekartons (a. a. O., S. XVII). Die Autoren verweisen besonders auf zwei Zusammenhänge: Zum einen gibt es bei Glasflaschen eine hohe Rücklaufquote, zum zweiten bei Pfandsystemen. Für den ersten Faktor finden sie keine Erklärung, für den zweiten gehen sie von einem „immanenten Anreiz für Konsumenten“ aus (a. a. O., S. XVIII).

Vergleicht man die Beispiele der Sammlung von Batterien und Getränkeverpackungen, so lässt sich für Deutschland die Tendenz erkennen, dass über Verordnungen, über das Implementieren von Sammelsystemen und über Werbemaßnahmen Rücklaufquoten im Bereich von 40% bis 55% erzielen lassen. Diese Zahlen können nicht auf andere Bereiche übertragen werden, sie zeigen aber im Vergleich mit den Erfolgen finanzieller Anreize eine deutlich begrenzte Wirksamkeit. Es kann gefolgert werden, dass die Motivation, Wertstoffe dem Recycling zuzuführen, deutlich schwächer ist als die, keine finanziellen Nachteile zu haben. Es zeigen sich gerade im Fall der Batterien auch deutliche nationale Unterschiede. Sie mögen auf kulturellen Traditionen beruhen oder auf unterschiedlichen Lenkungsmaßnahmen – die Zusammenhänge müssten gesondert untersucht werden. Auf alle Fälle können sie als Beispiel für national geprägte Technikstile gesehen werden.

Beide Studien geben Hinweise, dass das Handeln der Menschen besser beeinflusst werden kann, wenn Anreize auf verschiedenen Ebenen geschaffen werden. Neben finanziellen, die höchste Wirksamkeit erzielen, scheint ohne Informationen zur Bedeutsamkeit der Maßnahmen kaum Aussicht auf dauerhafte Veränderung von Verhaltensmustern möglich.

3.7 Zusammenfassung und Beantwortung der Forschungsfragen

Zwei der eingangs formulierten Forschungsfragen können nun beantwortet werden. Die erste richtete sich darauf, mit welchen Merkmalen technisches Handeln beschrieben werden kann.

Technisches Handeln wird hier als zweckverfolgendes Handeln (1) bestimmt, in das Gegenstände integriert werden, um die Absicht erfüllen zu können (2) und dessen Bewertungen und Entscheidungen auf der Ebene der äußeren Zwecke überwiegend durch rationales Kalkül bestimmt werden (3). Dabei wird angestrebt, die Handlung in einem Modus des guten Funktionierens ablaufen zu lassen (4). Dies beinhaltet, dass bei Störeinflüssen Maßnahmen ergriffen werden, die den Handlungserfolg sichern (5). Typische Beispiele dafür sind das Erfassen und Kontrollieren der Umgebungsbedingungen (5a) und des Handlungsergebnisses durch Messungen und Funktionstests (5b) während des Prozesses, optimierende Regulierungen (5c), die Systematisierung der Vorgehensweise (5d), aber auch präventive Maßnahmen (5e) wie vorangestellte Lern- und Übungsphasen oder Wartung und Pflege der eingesetzten Mittel.

Die Zweckorientierung stellt Entscheidungen während der Handlung in einen Begründungszusammenhang: Ist die Maßnahme auch wirklich nötig, um den Zweck erfüllen zu können? Geht es nicht auch mit geringerem Aufwand? Eine Maxime technischer Handlungen lautet „So genau wie nötig“ und nicht „So genau wie möglich“. Was *nötig* ist, muss letztlich von der verfolgten Absicht, von der Dringlichkeit und von den Umgebungsbedingungen her bestimmt werden. Dies trifft sowohl in stark wie auch in schwach standardisierten Handlungskontexten zu.

Technisches Handeln wird aber auch von emotionalen, überwiegend unbewussten Motiven bestimmt (6). Dabei sind Antriebe, die auf die Persönlichkeitsentfaltung gerichtet sind (6a), von Antrieben, die auf die Einbettung des Handelnden in den sozialen Kontext gerichtet sind (6b), zu unterscheiden.

Die unterschiedlichen Handlungsmotivationen auf beiden Ebenen führen dazu, dass Entscheidungssituationen durch *polyvalente* Faktoren beeinflusst werden. Ihnen liegen verschiedene Wertesysteme zugrunde, die sich in einer *Wertestruktur* überlagern (7).

Zweitens wurde gefragt, wie eine typische Verlaufsstruktur einer technischen Handlung aussieht, besonders die einer Nutzungshandlung.

Der Verlauf technischer Handlungen kann mit einer Reihe charakteristischer Merkmale beschrieben werden. Zunächst beginnt sie, wie alle Handlungen, mit einem Bedarf und ist damit zweck und zielgerichtet (1). Das Bestreben, die Handlung in einen guten Funktionsmodus zu bringen, führt dazu, dass ihre Grundstruktur der Regelkreis ist (2): Regelmäßig werden Daten zum Ist-Zustand erfasst (2a), im Fall eines erfolglosen Teilschrittes Operationen wiederholt (2b) oder alternative Wege beschritten (2c). Eine technische Handlung sollte folgerichtig als verzweigte Ablaufstruktur verstanden werden (3), an deren Verzweigungsstellen Bewertungen und Entscheidungen stattfinden (4).

Dadurch, dass eine Handlung in einer Umwelt stattfindet, werden in ihrem gesamten Verlauf Einflüsse von außen wirksam (5). Diese Inputs können Einflüsse der natürlichen und sozialen Umwelt sein, die der Handelnde nicht verhindern kann (5a), aber auch vom Handelnden selbst initiiert werden, etwa wenn er die Instrumentalität eines Gegenstandes erkennt und ihn in die Handlung integriert (5b).

Das Identifizieren und Integrieren von Mitteln ist ein hervorgehobenes Merkmal in Nutzungshandlungen (6). Dabei werden die Gegenstände gemäß der situativen Absicht eingesetzt, die bei technisch hergestellten Gegenständen nicht mit der ursprünglich vorgesehenen Verwendung zusammenfallen muss (7). Da sich der Handelnde bei der Verwendung „auf dem Gegenstand abstützen“ kann, ist die intuitive Vorgehensweise eine häufig gewählte (8). Das führt zu geringen Planungsvorläufen, bei Barrieren aber auch zu Wiederholungsschleifen, sodass neue Nutzungen durch zahlreiche Durchläufe gekennzeichnet sein können (9).

Technische Handlungen können jederzeit abgebrochen werden (10), durch Aufgabe der Absicht (10a) oder Übergabe der Ausführung an Andere (10b).

Letztlich stellt der Begriff des technischen Handelns eine Interpretation dar, da eine Handlung per se nicht technisch ist, sondern ein absichtsvolles und zielgerichtetes Tun eines Menschen. Ohne eine Vorstellung dessen, was Technik ist, lässt sich diese Interpretation nicht nachvollziehbar durchführen oder begründen. In Tuchels Definition von Technik sind es vor allem die Begriffe *Gegenstände und Verfahren*, *Konstruktion* und *definierbare Funktionen*, die eine Zuordnung erlauben – ansonsten könnte damit auch beispielsweise künstlerisches oder sprachliches Handeln beschrieben werden.

Die Annahme, bei der Rede vom Technischen einer Handlung gehe es mehr um eine Interpretation als um ein faktisch Gegebenes, führt einerseits zu einer Relativierung der Reichweite des Begriffs. Andererseits erlaubt sie aber, eine Handlung als Ausdruck einer Person zu erkennen, die nicht in Zweck-Facetten zerfällt, sondern als komplettes Wesen in der na-

türlichen, artifiziellen und sozialen Welt agiert und dabei Sinnzusammenhänge herstellt. Damit lässt sich der oft geübten, deswegen aber nicht weniger begrenzten Kritik begegnen, Technik sei aus sich selbst heraus immun hinsichtlich ethischer Aspekte, sie sei rein instrumentell. Ein Menschenbild, das den Handelnden als verantwortlich für sein Tun sieht, schließt ein Verständnis einer in Fragmente zerfallenden Person aus, etwa in dem Sinne „Jetzt handle ich technisch, später wieder ethisch."

4 Das Entscheidungsumfeld technischen Handelns

Aus dem bisher Ausgeführten kann technisches Handeln in folgende Struktur menschlicher Aktionen eingefügt werden:

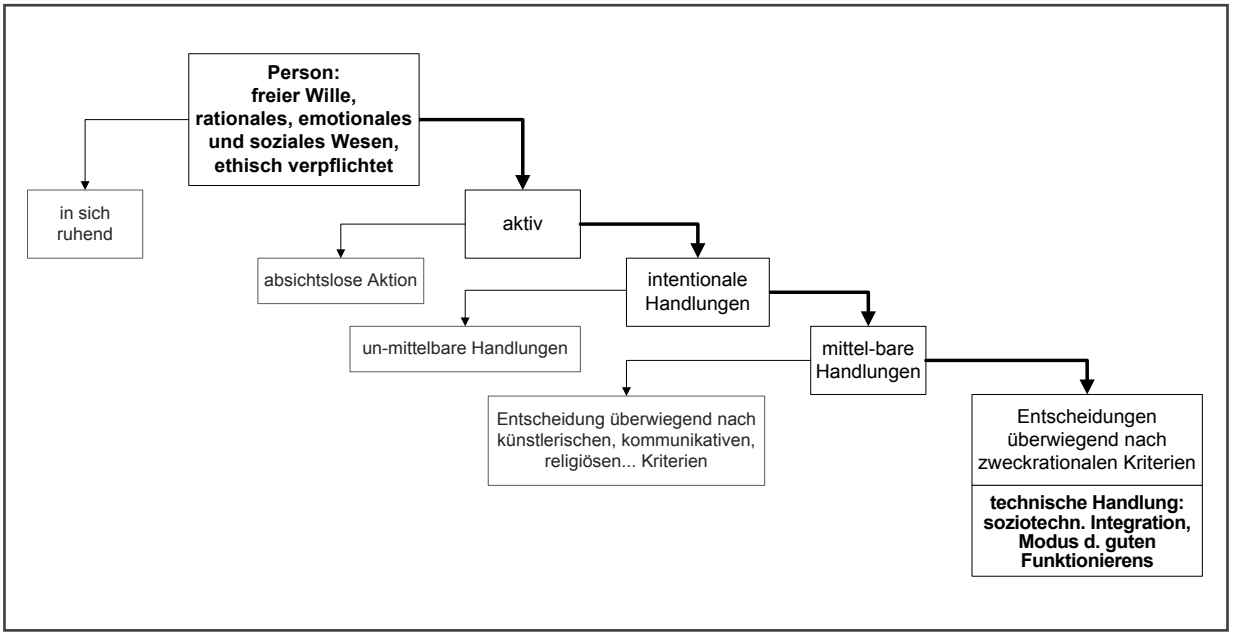


Abbildung 38: technisches Handeln im Kontext menschlicher Aktionen

Der Handelnde wird hier zuallererst als Person mit freiem Willen verstanden. Er kann aktionslos in sich ruhen oder etwas tun. Wird er fremdbestimmt, handelt er nicht im handlungstheoretischen Sinn. Entscheidet er sich bewusst für eine Aktion und verfolgt eine Absicht, liegt eine Handlung vor. Den mittleren und engen Technikbegriffen folgend werden Handlungen ohne Bezug auf Gegenstände (un-mittelbare Handlungen) nicht zu den technischen Handlungen gerechnet (gleichwohl können sie technische Anteile aufweisen). Dort, wo Gegenstände eingesetzt werden, können Entscheidungen nach unterschiedlichen Kriterien und Bewertungen getroffen werden. Überwiegen rationale Überlegungen, die sich auf den äußeren Zweck beziehen, wird hier von technischen Handlungen gesprochen. Davon unberührt ist die Tatsache, dass auch technische Handlungen von emotionalen Faktoren beeinflusst sind. Oft ist es kaum möglich, klar zu bestimmen, ob die äußere Zweckerfüllung oder innere Motive handlungsbestimmend sind.

Das Verständnis von technischen Handlungen im engen Sinn, wie es in den Technikwissenschaften anzutreffen ist, erfasst lediglich einen Teil dessen, was hier zu subsummieren ist. Die Entscheidungskontexte sind allerdings in der Realität nicht so klar voneinander zu trennen.

4.1 Die Mehrdimensionalität technischen Handelns

Die Annahme, eine technische Handlung sei zuallererst eine Handlung, ist für das Grundverständnis dieser Untersuchung entscheidend, wenn sie auch banal klingen mag. Dass eine Handlung als technisch interpretiert wird, liegt auch in der Perspektive des Betrachters begründet. Das Mähen mit einem Benzinrasenmäher wird der Gartenbesitzer als Gestaltung seiner Lebensumwelt verstehen, er wird den Einsatz der Maschine zweckrational begründen. Er wird sie vor dem Mähen auftanken, damit er nicht unterbrechen muss. Er wird darauf achten, dass keine größeren Dinge im Weg liegen, die Messer und Welle beschädigen könnten. Was für ihn eine technische Handlung ist, darüber ärgert sich u. U. sein Nachbar, er wird sie als rücksichtslos empfinden. Er beurteilt sie kaum unter technischen Gesichtspunkten, sondern unter sozialen, vielleicht sogar unter juristischen. Ein Landschaftsgärtner wird ökologische und ökonomische Aspekte darin sehen usw. (vgl. Lenks Konzeption einer Handlung als Interpretationskonstrukt).

Eine Handlung wird von einem Handlungssubjekt in einer Umwelt ausgeführt, wodurch sie mit all ihren Auswirkungen in die Welt eingebunden ist. Ropohls häufig zitierte Darstellung der Dimensionen (und zugleich Betrachtungs- und Erkenntnisperspektiven) von Technik beschreibt die Verflechtungen:

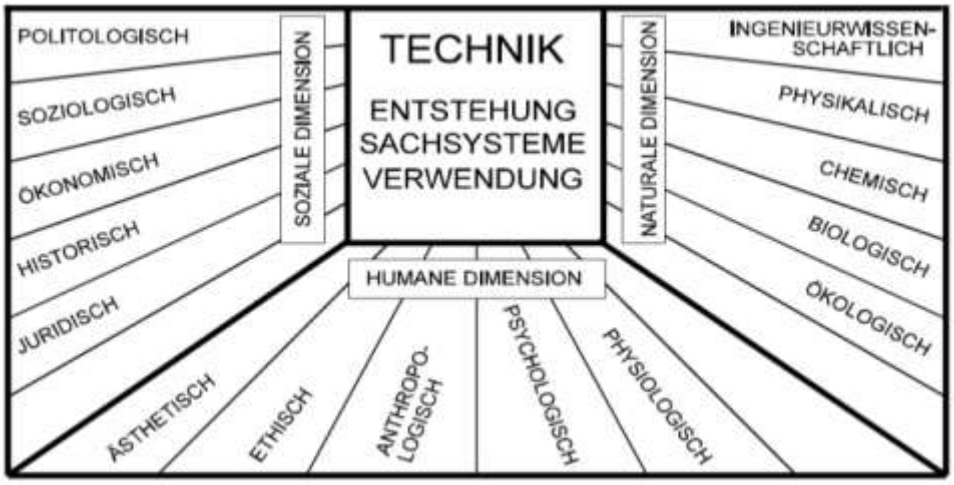


Abbildung 39: Dimensionen und Erkenntnisperspektiven der Technik (in: Ropohl 2009, S. 32)

Ropohl fasst Aspekte von Technik, die den Menschen als einzelne Person betreffen, unter dem Begriff der *humanen Dimension* zusammen. Das Rasenmähen ist ohne den Blick auf den Gestaltungsdrang des Menschen nicht zu verstehen (anthropologische, psychologische und ästhetische Aspekte). Da er mit anderen zusammenlebt, hat sein technisches Handeln immer auch eine *soziale Dimension*. Die sorgsam gepflegte Grünfläche hat sozial-normative

Wirkung (soziologischer Aspekt), in reinen Wohngebieten sind Obergrenzen für die Lautstärke eines Rasenmähers vorgeschrieben (soziale und juridische Aspekte). Der Gartengestaltung sind in Bebauungsplänen enge Grenzen gesetzt, Raumordnungspläne steuern die Art der Besiedlung größerer Räume (historische, gesellschaftliche, politische und juridische Aspekte). Durch sein Handeln mit technischen Mitteln nutzt der Akteur natürliche Grundlagen (Stoffe, naturale Wirkungszusammenhänge[68]), er greift in die Natur ein. Kurz gestutzte Rasenflächen reduzieren die Lebensmöglichkeiten zahlreicher Tierarten und bieten stattdessen Raum für andere (biologische und ökologische Aspekte). Die Abgase treten bei Benzinrasenmähern ungefiltert aus (ökologische Aspekte). Der Verbrennungsmotor ermöglicht eine hohe Kraftentfaltung (physikalische und chemische Aspekte). Er funktioniert über eine lange Betriebsdauer mit geringem Wartungsaufwand. Der Verbrennungsvorgang wurde im Laufe der Jahre deutlich optimiert, die „Totmanneinrichtung" reduziert die Gefahr von Verletzungen durch das rotierende Messer (ingenieurwissenschaftliche Aspekte).

Ropohls Schema kann als Suchmatrix für das Erkennen der Entscheidungsstruktur einer technischen Handlung genutzt werden. In jeder Entscheidung ist ein vielschichtiger Bezugsrahmen zu beachten, der aus der Situation selber hervorgeht, aber auch aus den eingesetzten Mitteln. Wer einen Rasenmäher nutzt, greift auf ein technisches Artefakt zurück, in dem Rohstoffe verbaut sind, die teilweise unter inhumanen und politisch fragwürdigen Umständen gewonnen wurden. In die Gestaltung des Rasenmähers fließt Wissen aus jahrhundertelanger technischer Entwicklung ein, sodass sich ein Nutzer darauf stützen kann, ohne selbst darüber zu verfügen. Tondl bezeichnet ein technisches Artefakt als „delegierte Intelligenz" (Tondl et al. 2003, S. 29) und beschreibt es als „[...] äußerst mannigfaltiger Komplex intellektueller, kenntnis- und wertbezogener Faktoren [...], der technische Entscheidungen, die Entstehung und die Schaffung technologischer Lösungen und technischer Artefakte beeinflusst bzw. stimuliert [...]" (ebd.). Das Artefakt fungiert als Schnittstelle zwischen Schöpfer und Anwender, aber auch zwischen Anwender und dessen Umwelt (vgl. ebd.).

Hubig arbeitet heraus, dass es dadurch zu einer Verschiebung von Verantwortlichkeit kommt. Eine Maschine sei ein „[...] Handlungs-Schema, das derjenige, der eine Maschine entwirft und produziert, ihm [dem Nutzer] bereitstellt. Maschinen kann man deshalb bezeichnen als zur Verfügung stehende schematische Möglichkeiten individuellen Handelns, das diese Möglichkeit verwirklicht und nicht mehr, wie beim Werkzeuggebrauch, Wirklich-

[68] Kosack et al. verweisen darauf, dass dem Begriff der Naturgesetze ein kategorialer Fehler zugrunde liegt: „Vereinfachend wird oft gesagt, dass die Natur den Naturgesetzen folgt. Eigentlich ist es umgekehrt. Die Naturgesetze, so, wie wir sie ‚erraten', passen sich den Naturvorgängen an." (Kosack et al. 2013, S. 8)

keiten gestaltet, die im weiten Bereich der Möglichkeiten liegen, die das Werkzeug erschließt.“ (Hubig 2011b, S. 146) Die Verschiebung der Verantwortung kommt an der Stelle zustande, wo eine Folge der Handlung mit der Maschine nicht mehr vom Nutzer ausreichend beeinflusst werden kann. Aus der realen Möglichkeit der Einflussnahme und damit der Verantwortung wird die hypothetische Möglichkeit dessen, der die Maschine konstruiert und vertreibt. Solche Fragen werden zurzeit beispielsweise im Zusammenhang mit elektronischen Assistenten in Kraftfahrzeugen diskutiert.

Am Ende dieser Gedankenkette stehen Technologien, die irreversible Folgen haben können und mit denen auf eine erschreckend realisierbare Weise ganze Lebensbereiche ausgelöscht werden können – Hubig spricht von „Metamöglichkeiten“ (vgl. a. a. O., S. 148). Um die Gefahren rechtzeitig aufzeigen und bewerten zu können, müsste so etwas wie eine institutionalisierte Verantwortung geschaffen werden. Die Diskussion darüber wird aber bislang auf die Ebene der Haftung reduziert, wobei Haftung begrenzt werden kann, Verantwortung jedoch nicht (dazu: Hubig 2011a).

Fischer expliziert das Verantwortungsdilemma moderner Technik am Beispiel der Biotechnologie. Er sieht eine Entwicklung in vier Stufen, die mit dem *Leben als Gegenstand der Technik* (traditionelle Landwirtschaft) begann, sich zu einer Behandlung des *Lebens als Teil der Technik* entwickelte (industrielle Landwirtschaft, Intensivmedizin) und seit einiger Zeit schon das *Leben als technisches Mittel* instrumentalisiert (Lebewesen oder Elemente davon als Arbeitsmaschinen oder Ersatzteillager). Als (nicht mehr ganz) fiktionale Projektion entwirft er die Schaffung von Leben durch den Menschen (*Leben als technisches Artefakt;* Fischer 2004, S. 123 ff.).

4.2 Rationalität und Sachzwänge

Die Annahme rational-bewusster und emotional-unbewusster Handlungsmotivationen impliziert einen Konflikt in Entscheidungssituationen. Die mit den Motiven verbundenen Gefühle sind willentlich kaum zu steuern, sie wirken als Impuls, der den Handelnden „aus dem Hintergrund“ in eine mit hoher Emotionalitätsqualität verbundene Richtung drängt (vgl. Holodynski und Oerter 2002, S. 554). Der Einsatz rationalen Kalküls stellt dagegen eine höhere Erfolgswahrscheinlichkeit und ein besseres Ergebnis in Aussicht. Konflikte entstehen dann, wenn die Gefühle auf eine andere Entscheidung weisen als die Rationalität. Neben situativen Bedingungen hängt es sicher zu einem bedeutenden Teil von der „Identitätsstruktur“ (Oerter und Dreher 2002, S. 294) der Person ab, wie sie entscheidet. Ein weiterer Einflussfaktor ist

der Erwartungsdruck, den gesellschaftliche Konventionen ausüben. Die Person weiß, was „man“ in einer entsprechenden Situation tut, sie hat es im Verlauf ihres Lebens oft erfahren und einen eigenen Weg zwischen Anpassung und Selbstbehauptung entwickelt.

Nun ist eine Besonderheit technischen Handelns, dass rationale Überlegungen ein besonderes Gewicht haben. Dieser Sachverhalt trifft in der westlichen Kultur auf eine Bewertung von Rationalität, die oben als *gesellschaftliches Modell* gekennzeichnet wurde. Hübner spricht sogar von einer „Überhöhung“ der Rationalität: Sie ist ausgerichtet „auf die Form strenger Ableitung, schematischen Operierens und exakter Regeln [...]; ihr geht es nur darum, systematische, exakte und theoretische Ordnungen herzustellen, was auch immer ihre Inhalte sein mögen.“ (Hübner 1973, S. 149) In dieser Haltung wird Rationalität zum Rationalismus, aus einer Denk- und Entscheidungsart wird ein Selbstzweck. Das fördert eine „Abkürzung“ von Entscheidungsprozessen mit dem Argument des Sachzwangs: Da der Zweck erreicht werden soll, und da systematisches, exaktes Vorgehen „unbedingt“ angestrebt werden soll, werden von vorneherein bestimmte Überlegungen ausgeblendet, wenn sie nicht in das rationale Schema passen; Emotionalität wird damit als „sachfremd“ abgelehnt. Der Nutzer erkennt, dass er auch dort rational argumentieren sollte, wo ihn beispielsweise ästhetisches Empfinden leitet oder wo er gesellschaftliche Akzeptanz für seine Entscheidungen erzielen möchte. Er wird dann rationale Argumente vorschieben, wird mit jeder Anpassung ein Stück weit lernen, dass technische Kategorien etwas mit Quantifizierung und Algorithmisierung zu tun haben, nichts aber mit Unbestimmtheit oder Emotionalität. So entsteht ein verfälschtes Technikbild, das eine gefährliche Wirkung darin entfaltet, dass es ein Gefühl der Entfremdung von „der Technik“ schafft. Wer herablassendes Lächeln erntet, wenn er bekennt, dass er ein Produkt vor allem nutzt, weil er es schön findet, weil es „gut in der Hand liegt“, weil es Aufmerksamkeit erregt, lernt, dass seine Beweggründe unbedeutend, nicht die entscheidenden, dass sie naiv sind. Es sei an Wiesmüllers *Tetraeder geistiger Bewältigung der Technik* erinnert, in dem direkte Verbindungen zwischen dem Herstellen oder Gebrauchen zur Ratio *und* zur Emotio dargestellt sind.

Um zu einer genaueren Bestimmung des Verhältnisses von Finalität, Rationalität und Emotionalität zu gelangen, muss der Begriff der Zweckrationalität präzisiert werden. Der Zweck selbst ist nicht rational, sondern eine Setzung, die sich jenseits der Rationalität bewegt[69]. Wenn von zweckrationalen Entscheidungen gesprochen wird, bezieht sich der Anspruch der Rationalität auf die Form, in der die Entscheidung herbeigeführt wird, nicht auf den Inhalt.

[69] Nach Hübner muss diese Setzung sogar unabhängig von Rationalität gedacht werden, da Inhalte per se keiner Rationalität unterliegen (Hübner 1973, S. 142).

Was bedeutet die Unterscheidung von Form und Inhalt aber ganz konkret? Am Beispiel der Schichtarbeit soll dies kurz diskutiert werden. Schichtarbeit ist eine täglich millionenfach verwirklichte Realität. Maschinen und Anlagen eines Betriebs sind teuer, sodass sie nur (oder: besonders) rentabel betrieben werden können, wenn sie rund um die Uhr im Einsatz sind Die Gründe, warum in Schichten gearbeitet werden „muss", kreisen um ein und dieselbe logische Figur: Sachlogische Zusammenhänge (Amortisation hoher Investitionen, hoher Energieaufwand beim Anfahren einer Anlage) werden genutzt, um darzustellen, dass eine bestimmte Entscheidung nahezu alternativlos sei. So entstehen Einschätzungen, dass „die Technik" dem Menschen ihre Gesetze aufzwinge. Bei genauer Betrachtung liegt dem Begriff des Sachzwangs aber ein kategorialer Fehler zugrunde. Die rationale Begründung bezieht sich nicht auf den Modus der Verwirklichung der Arbeit (Schichtarbeit), sondern sie stellt lediglich eine Form der Verknüpfung zwischen verschiedenen Argumenten dar. Der Inhalt, um bei Hübners Wortwahl zu bleiben, wird festgelegt und nicht hergeleitet. Im Beispiel ist die inhaltliche Setzung, dass in einer Kosten-Nutzen-Abwägung in Arbeitsverhältnissen monetären Aspekten ein höheres Gewicht zugerechnet wird als Fragen des guten und gesunden Lebens von Menschen, nicht (ausreichend) hinterfragt worden. Pausenlose Maschinenlaufzeiten und damit zusammenhängend ein Dreischichtbetrieb ist eine zweckrationale Entscheidung, in der der Mensch als Mittel zum Zweck verstanden und damit der Maschine zunächst einmal gleichgestellt wird. Die Gewinne des Unternehmens (das aus Personen gebildet wird) werden in der Folge als höherwertig eingestuft als humane und soziale Bedürfnisse des Arbeitnehmers, sodass eine Unterordnung des Menschen unter die Bedingungen eines optimalen Maschineneinsatzes die Folge zu sein scheint. In Wirklichkeit drängt aber nicht „die Technik" dem Menschen „ihre" Gesetze auf, sondern eine Gruppe von Menschen entscheidet, dass Unternehmensgewinne unter bestimmten Bedingungen wichtiger sind als das gesunde Leben der Angestellten. Es sind nicht die technischen Systeme, die Schichtarbeit „verlangen", sondern Interessen derjenigen, die in Produktionszusammenhängen über Entscheidungsmacht verfügen.

Brunkhorst et al. sehen in Anlehnung an J. Habermas Ursachen in einer unzulässigen „Verdinglichung" von Menschen und sozialen Systemen, die dann Wirkung entfaltet, „wenn sich soziale Verhältnisse faktisch dem Zugriff der Akteure entziehen." (Brunhorst et al. 2009, S. 155) Dann werden „Wertsphären", die sich auf die Dingwelt beziehen, etwa Rationalisierung, Berechnung, Automatisierung oder Effizienz, ohne Legitimation auf den Menschen übertragen, der sich nicht mehr als Handlungssubjekt erfahren kann, weil er die Autonomie über seine Entscheidungen weitgehend verloren hat (a. a. O., S. 157).

Allerdings scheint auch in dieser Argumentation der Mensch als von „fremden Strukturen“ determiniertes Wesen, als eine Art von Marionette im Interessensspiel der Waren-, Arbeits- und Wissenschaftswelt. Hier wird eine optimistischere Version präferiert, in der der Mensch als von zahlreichen, auch machtvollen Interessen beeinflusstes Wesen gesehen wird, das aber gleichwohl Verantwortung für sein Handeln trägt. Es können viele Beispiele aufgezählt werden, die zeigen, wie der Mensch selbst die Verdinglichung in der Gesellschaft produziert: Verbraucher kaufen Nahrungsmittel, die so billig sind, dass sie nur mit einer Automatisierung des Lebens herstellbar sind. Er akzeptiert eine unaufhörliche Werbeberieselung und ein grenzenloses Ausspionieren seiner persönlichen Daten, wenn er als Gegenleistung kostenfreie Apps auf sein Handy laden kann. Er nimmt hin, dass Millionen Menschen in sklavenähnlichen Arbeitsverhältnissen ihr Leben fristen, wenn er dafür ohne Einschränkung konsumieren kann. Er belohnt mit seiner Kaufentscheidung gerade die Strukturen, die er als unmenschlich empfindet, wenn sie ihn selbst betreffen. In all den aufgezählten Beispielen werden zentrale Entscheidungen nach zweckrationalen Auswahlverfahren getroffen, jedoch folgen sie nicht technischen Kategorien, sondern sind Ausdruck von Interessen.

Ein soziotechnisch kompetent handelnder Mensch müsste solche Aspekte bedenken, bevor er sie durch sein Handeln akzeptiert und bekräftigt. Habermas stellt eine direkte Verbindung von solchen Mechanismen des Autonomieverlustes zur Bildung her. „Das Verhältnis von technischem Forstschritt und sozialer Lebenswelt und die Übersetzung wissenschaftlicher Informationen ins praktische Bewusstsein ist keine Angelegenheit der privaten Bildung. [...] Unser Problem lässt sich dann als eine Frage nach dem Verhältnis von Technik und Demokratie stellen: wie kann die Gewalt technischer Verfügung in den Konsensus handelnder und verhandelnder Bürger zurückgeholt werden?“ (Habermas 1969, S. 113 f.)

Bei Tondl finden sich konzeptionelle Eckpunkte, mit deren Hilfe eine Vermischung von den Menschen und Sachen betreffender Kategorien vermieden werden könnte. Zu einer zweckrationalen Entscheidung gehören demnach:

- „Konzeption der Problemsituation;
- Spezifikation der Ziele und Präferenzen;
- Wahl der einsetzbaren Mittel, Wahl von Lösungen;
- Beurteilung der Qualität der gewählten Entscheidung (Rationalitätsprinzip der Entscheidung);
- Prinzip der Endlichkeit (‚finitistisches Prinzip‘);
- Qualität des Informationsinputs oder der Voraussetzungen;

- Bereich der verfügbaren Erfahrungen der Entscheidungssubjekte;
- Akzeptabilität der gewählten Entscheidungen.“ (Tondl et al. 2003, S. 68)

Allerdings bedarf es einer Ausdeutung der in der Liste aufgezählten Punkte: Zur *Konzeption und Spezifikation der Problemsituation* müssen die Bedürfnisse und Interessen der maßgeblich Beteiligten erfasst werden, das *Spezifizieren von Präferenzen* bezieht sich auf das Offenlegen ihrer Interessen und Wertesysteme. Bevor dies nicht erfolgt ist, können Mittel nur unter Berücksichtigung einzelner Bedarfe ausgewählt werden, die Rationalität von Entscheidungen bezieht sich nur auf einen begrenzten Wirklichkeitsbereich. Das Wertesystem hinter den ersten beiden Punkten bestimmt die Aussagekraft der anderen Schritte – die Verknüpfung zwischen Zweck und Mittel gilt nur auf seine Maßstäbe hin.

Tondls Auflistung bildet letztlich dasselbe ab, was Ropohl als „Dimensionen und Erkenntnisperspektiven von Technik“ bezeichnet: die vielfältige Verflechtung von Technik im Sinnzusammenhang ihrer Entstehung und Verwendung. Es hängt von der ethischen Ernsthaftigkeit des Handelnden ab, ob er unter „Konzeption der Problemsituation“ nur das unmittelbare Handlungsumfeld sieht oder ob er systematisch nach weiteren möglichen Folgen sucht; ob er die „Qualität der Entscheidung“ nur auf sich bezieht oder ob er berücksichtigt, wenn andere betroffen sind; ob er akzeptieren kann, dass andere zwar betroffen sind von seiner Entscheidung, sich aber gegen die Folgen nicht wehren können.[70]

Ropohl bildet das als hierarchische Systemverknüpfung ab:

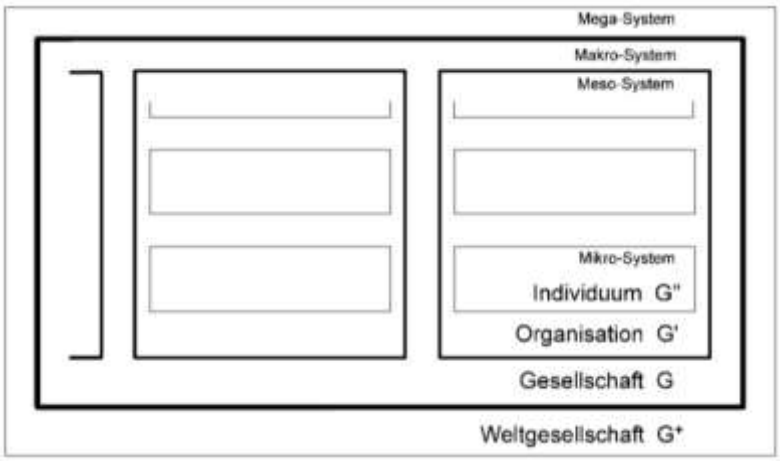


Abbildung 40: Hierarchie der menschlichen Handlungssysteme (in: Ropohl 2009, S. 108)

[70] Hier setzt Habermas´ Theorie des kommunikativen Handelns an, in der er der „diskursiven Vernunft“ die Aufgabe zuweist, zwischen den „verzweigten Rationalitätsstrukturen des Wissens, Handelns und der Rede“ zu vermitteln (Habermas 1999, S. 104).

Sie basiert auf den unterschiedlichen Einflussmöglichkeiten und auch Verantwortungsbereichen der Handlungssubjekte. Innerhalb der einzelnen Ebenen, und auch darüber hinaus, lassen sich zweckrationale Entscheidungskriterien ohne Mühen finden – die *Verpflichtung*, über das unmittelbar eigene Interesse hinaus *nach Folgen regelrecht zu suchen*, lässt sich aber nicht rational herleiten, sie ergibt sich zumeist auch nicht aus dem Zweck selbst. Sie lässt sich nur aus ethischen Überzeugungen, aus Werten herbeiführen. Und zwar gilt das in beide Richtungen: Das Individuum sollte eine Verpflichtung spüren, in anderen Ebenen zu suchen. Kollektive, Organisationen und Institutionen sollten sich der „Loyalitätszumutung" (Hubig 2011b, S. 153) bewusst sein, die sie den Betroffenen aufbürden. Für alle Beteiligten sollte prinzipiell die Möglichkeit bestehen, die Machtverhältnisse zu revidieren. Ist die nicht mehr gegeben, kann nicht von einvernehmlichen Verhältnissen ausgegangen werden.

Die Verknüpfung von Handlungsziel und eingesetzten Mitteln in technischen Handlungen verbindet verschiedene Systeme und Systemebenen in zweckrationaler Weise miteinander. Der Zweck bleibt an den Akteur gebunden, sodass die Handlungsumgebung, wenn auch in Grenzen, seinem „zweckrationalen Diktat" unterworfen wird. Das öffnet Fragen nach Verantwortung und Legitimität technischer Handlungen.

Bevor jedoch ethische Aspekte technischer Handlungen aufgegriffen werden können, muss auf die vielleicht wirkungsvollste Bedingung technischen Handelns hingewiesen werden: auf die Ökonomie.

4.3 Technisches Handeln und ökonomische Zwänge

Wirtschaftliche Zusammenhänge als Sachzwänge zu verstehen, widerspricht der grundsätzlichen Polyvalenz von Technik genauso wie der vermeintliche Zwang anderer Bedingungen des Umfeldes. Letztlich ist es der handelnde Mensch, der seine fehlende oder eingeschränkte Einflussmöglichkeit als Sachzwang interpretiert. Trotzdem werden häufig technische Verwirklichungen mit dem Argument ausgeschlossen, sie seien nicht bezahlbar. Der Konstrukteur sieht aus funktionalen Überlegungen heraus bestimmte Varianten für zweckmäßig, „die Betriebswirtschaft" lehnt das jedoch ab. Die Konstruktionstheorie umgeht an vielen Stellen die Verflechtungen zwischen Technik und Ökonomie. Liest man bei Banse et al. nach, so erhält man zunächst den Eindruck, dass das Konstruieren eine Kunst rein aus technischen Überlegungen sei (Banse 2000). Dass die Realität anders aussieht, dürfte unstrittig sein. Was keinen Gewinn verspricht, wird schnell beiseitegelegt, letztlich ist dabei egal, wie zweckmäßig die Lösung sein mag.

Die Zusammenhänge zwischen Technik und Ökonomie werden in der Philosophie und in der Soziologie thematisiert, am stärksten in der marxistisch orientierten. Allerdings wird besonders dort nicht konsequent zwischen Technik und Arbeit unterschieden. Technik wird mit Maschineneinsatz, Automatisierung und Entfremdung nicht nur assoziiert, sondern teilweise gleichgesetzt. Niederwemmer zitiert Beispiele für diese mangelhaft gezogene Unterscheidung, aber auch für Gegenpositionen, etwa den Hinweis von Popitz, technische Maßstäbe würden unreflektiert in Bezug auf die industrielle Arbeit eingesetzt und umgekehrt würden Merkmale der Industriearbeit verabsolutiert auf die Technik übertragen (vgl. Niederwemmer 1973, S. 173). Eine rhetorische Standardfigur ist die von der entfremdenden Wirkung der Technik auf den Menschen. Würde das Werkzeug als Organverlängerung dem Menschen noch die Macht über sein Handeln lassen, so führe ihn Maschineneinsatz in Abhängigkeit vom Takt und von den Anforderungen, die die Maschine stelle. Dies kann beispielsweise bei Asmus nachgelesen werden (der sich wenigstens um eine Trennung der Begriffe Arbeit und Technik bemüht). Er spricht von der technikimmanenten „Ökonomie der Arbeitszeit", die die Basis aller „Höherentwicklung" der Technik sei (Asmus 1978, S. 68). So recht er in Bezug auf die Auswirkungen der in ökonomische Zusammenhänge eingebetteten beruflichen technischen Handlungen haben mag, so ungenau ist sein Konstrukt doch von den kategorialen Bestimmungen her. Zumindest im Freizeitbereich, im privaten Alltag und im öffentlichen Leben ist teilweise geradezu eine Unökonomie der Zeit zu beobachten. Sie kann sogar Motor technischer Entwicklungen sein, die bis in die berufliche Nutzung von Technik ausstrahlen. So werden Entwicklungen der Hard- und Software für digitale Spiele schon länger in den Konstruktionswissenschaften genutzt, um Simulationen zu verbessern. Selbst in Asmus´ Formulierung, technische Strukturen seien „prinzipiell auf die proportionale Entsprechung angrenzender Prozesse und schließlich auf die universelle Repräsentanz ihrer selbst angelegt [...]" (Asmus 1978, S. 70), steckt dieser Fehlschluss. Denn, so wahr es ist, dass Technik immer auf Anbindung zur Umgebung ausgelegt ist, so sind doch hier Anlass und Wirkung vertauscht: „Die Technik", die sich selbst Strukturen gibt, ist eine scheinbar unausrottbare Denkweise. „Die Technik" darf nicht stillstehen, „die Technik" verlangt Rationalität, „die Technik" unterwirft „ihren Einflussbereich" der Algorithmisierung. Dies führt dann zu Sichtweisen, der Mensch wäre ihrem Diktat unterworfen und damit „irgendwie" auch dem Diktat der Ökonomie. Konstrukteure greifen diese argumentativen Figuren bereitwillig auf und sehen sich dann in deren Abhängigkeit. Damit delegieren sie aber lediglich die Verantwortung, ohne die grundlegenden Zusammenhänge zu erfassen.

Technik und Ökonomie sind Kulturphänomene, vom Menschen geschaffene Formen der Weltgestaltung bzw. –organisation. Sie können nicht unabhängig von ihm verstanden werden, denn er ist Verursacher, Bewegender und Bewertender seiner Produkte und Lebensverhältnisse, nicht umgekehrt. Nicht die Ökonomie zwingt der Technik ihre Gesetze auf und die Technik dann ihre dem Menschen. Die „Dämonen" sind die Menschen, die die Welt, in der sie Entscheidungen treffen, eindimensional aus ihrem singulären Interesse heraus wahrnehmen. Das trifft auf Konstrukteure, Betriebswirtschaftler und Werbefachleute genauso zu wie auf Käufer und Verbraucher. Die heftig kritisierte „Geiz-ist-geil"-Kampagne eines großen Elektronikhändlers konnte nur wirken, weil sie an eine schon vorhandene Konsumentenmentalität andockte. Sie versuchte, einen Schulterschluss der „gewinngeilen" Sicht eines Händlerkonsortiums und eines bestimmten Käufertyps herzustellen. Dass dadurch eine gesellschaftliche Diskussion darüber angestoßen wurde, wie der Mensch seinen Blick auf ein einziges Kriterium, das des Verkaufspreises, verkürzt, hatten die Werbestrategen sicher nicht im Blick.

Es sollte auch nicht übersehen werden, dass ökonomische Konkurrenz hauptsächlich innerhalb einer Produktklasse wirkt. Vereinfachend könnte man von Einsteiger-, Standard- und Profiklassen ausgehen. In nahezu allen Produktbereichen gibt es Einsteigermodelle, die an der unteren Wirtschaftlichkeitsgrenze angeboten werden. Darüber gibt es solche, für die Käufer ein Mehrfaches ausgeben, weil sie den erhöhten Nutzungsumfang, die verbesserte Betriebssicherheit und die höhere symbolische Wirkung schätzen. Daran schließt sich ein Segment professioneller Produkte an, die auf längere Betriebszeiten, auf verbesserte Genauigkeit usw. ausgelegt sind. Dies lässt sich an zahlreichen Produkten aufzeigen, an Werkzeugen, Werkzeugmaschinen, Fahrrädern, Fotoapparaten, Haushaltsmaschinen, Nahrungsmitteln, Musikinstrumenten, Computern, Handys, Kraftfahrzeugen. Innerhalb jeder dieser Klassen „herrscht" ein eigener ökonomischer Druck, der über die Klassengrenze hinaus wenig Wirkung entfaltet.

Es wäre falsch, würde man den ökonomischen Druck, der auf Herstellern und Konsumenten lastet, leugnen. Er basiert auf einer Verkettung bestimmter Interessen und Absichten, nicht auf einer Gesetzmäßigkeit. Bei der Gestaltung und Herstellung, im Verkauf und im Gebrauch, spielen Entscheidungen nach technischen, ökonomischen, ökologischen, ästhetischen, juristischen, ethischen und vielen anderen Gesichtspunkten eine Rolle. Die Entscheidungen treffen Personen, es ist eine Interessens- und auch Machtfrage und keine Frage der Technik, welchen Werten größere Bedeutung zugemessen wird.

4.4 Ethische Aspekte technischen Handelns

Ohnmachtsgefühle „der Technik“ gegenüber werden oft in Verbindung mit der Geschwindigkeit des technischen Fortschritts vorgebracht. Walter Schulz stellt die Entwicklung dieser Diskussion ab den 1960er Jahren dar. Die durch die Technisierung des Alltags zunehmende Steigerung der Rationalität führte zu einer Abwertung der Emotionalität. „Das Gefühl ist auszuschalten und die Rationalität ist herauszustellen. Die Rationalität ist das Grundprinzip, das nicht nur für die Wissenschaft gilt, sondern auch das menschliche Verhalten bestimmen soll [...]. Dies besagt in concreto, dass die anstehenden Probleme als Alternativen ausgeformt werden sollen, so dass eine wissenschaftlich fundierte Entscheidung möglich wird.“ (Schulz 1984, S. 661) Der einzelne Mensch könne sich dem kaum gewachsen fühlen, er komme gegen die Argumentationskraft einer Expertise nicht an. Die Wissenschaftsgläubigkeit in der Politik flankiere diesen Effekt, so Schulz. Dort werde versucht, die immer komplexeren Folgen technischer Entwicklungen rational und systematisch in den Griff zu bekommen. Dies verstärke den Glauben an die Rationalität zu einem übersteigerten Rationalismus, der das Verhältnis des Menschen zur Technik massiv beeinflusst: „Die Folge solcher Veränderung ist es, dass traditionelle Bedürfnisse und Wertungen absterben und neue der technologischen Struktur angemessene nachwachsen. Die Technologie[71] gewinnt solchermaßen *anthropologische Relevanz*.“ (a. a. O., S. 657). Schulz sieht darin ein Schlüsselproblem der Gesellschaft seiner Zeit. Allerdings übersieht er, dass Technik immer „anthropologische Relevanz“ hat, eben weil der Mensch zu allen Zeiten und in allen Lebenslagen die Welt technisch gestaltete. Die Vorstellung, es gäbe eine Epoche der Menschheit, in der eine Art „natürlicher Technik“ vorgeherrscht habe, wohingehend in der Moderne die Technik sich vom Menschen entfremdet, ist in vielerlei Hinsicht falsch. Sie übersieht ganz banal, dass auch die Menschen im Jahr 1000 vor Christus in *ihrer Moderne* lebten und Mühe hatten, kulturellen Veränderungen zu folgen. Weeber zeigt, wie zerstörerisch der Mensch schon im Altertum mit „seiner“ Welt umging, von der Entwaldung der Apenninen über menschenunwürdige Lebensumstände in antiken Städten bis hin zu Flussbegradigungen (Weeber 1990). Auch damals gingen die Eingriffe in „die Natur“ vom Menschen aus, eben weil er das Lebewesen ist, das sich mit der gegebenen Form der Welt nicht abfindet.

[71] Schulz spricht immer dann, wenn er nicht die Technizität des Menschen meint, sondern negative Ausformungen eines übersteigerten Verständnisses von der Bedeutung regelhafter und systematischer Vorgehensweisen in allen Lebensbereichen, von „Technologie“. Dies ist oft nicht haltbar: Technologie als Wissenschaftsgebäude technischer Bereiche sollte von „Technokratie“ unterschieden werden.

Trotz dieser Ungereimtheiten ist Schulz bis heute hochaktuell in seiner Präzisierung, wie ethische Gesichtspunkte mit dem Handeln der Menschen verbunden sind. Er bezeichnet Wissenschaft in ethischen Fragen als „wertindifferent“ (a. a. O., S. 660) und leitet daraus die Verpflichtung ab, dass sie sich auf ihre jeweilige Domäne begrenzen und keinen Wirklichkeitsbezug herstellen soll, den sie aus ihren angestammten Fragestellungen heraus nicht leisten kann. Das heißt jedoch nicht, dass eine Handlung selbst wertindifferent wäre.

4.4.1 Technisches Handeln und Verantwortung

Das Handlungssubjekt kann die Verantwortung für sein Tun nicht auf wissenschaftlich ermittelte Erkenntnisse übertragen, es muss sie selbst übernehmen. „Dieser Gefahr der technologischen Freiheitsidee, Selbstzweck zu werden, ist nur durch den ‚ethischen Reflexionsakt‘ zu begegnen, indem ich mich verantwortlich für die Gestaltung von Ordnungen einsetze. Allein dieser bewusste Selbsteinsatz bewahrt davor, dass sich das Könnensbewusstsein in sich selbst so steigert, dass die absolute Bindungslosigkeit als Folge unausweichlich ist.“ (a. a. O., S. 663)

In diesen Gedanken ist der Begriff der *Verantwortung* die zentrale Bestimmungsgröße. „Seiner ursprünglichen Bedeutung nach bezeichnet der Begriff Verantwortung ein Geschehen, das wesentlich die Sphäre des einzelnen Individuums überschreitet. Zur Verantwortung gehören zwei oder mehrere Personen.“ (a. a. O., S. 711) Dass sich ein Handelnder verantwortlich fühlt, kann nicht verordnet werden und ergibt sich auch nicht zwangsläufig aus einer Situation heraus. „Nur als frei geleistete geht Verantwortung über verrechenbare Zuständigkeit hinaus. Grundsätzlich gesagt: Für die ethische Verantwortung gibt es keine Bereiche, die ihr von technologischen Funktionen her einfach vorgegeben werden und in die man nur ‚eingewiesen‘ zu werden braucht. Die ethische Verantwortung muss sich ihre Aufgabenbezirke allererst in Freiheit erschließen, auch und gerade dann, wenn sie begreift, dass die Bewältigung dieser Aufgaben zumeist in rein sachlicher Arbeit besteht.“ (a. a. O., S. 712)

Im Zusammenhang mit den Fragestellungen dieser Arbeit ist der Begriff der „frei geleisteten Verantwortung“ für das Handeln mit all seinen Folgen von besonderer Bedeutung. Verantwortung für technisches Handeln erwächst weder aus „der Technik“ heraus noch aus den Handlungsfolgen. Sie muss vom Handlungssubjekt als notwendig erkannt und übernommen werden, nur dann kann sie Merkmal von Entscheidungen sein. Die Studien zur Rücklaufquote von Altbatterien und Getränkeverpackungen können auch als Beleg für die zentrale Rolle

des Verantwortungsgefühls des Einzelnen in unserer aufgeklärten, humanistischen und libertären Gesellschaft gelesen werden. Es ist die Kehrseite der Freiheit der Handlungssubjekte.

Eine verantwortungsvolle Grundhaltung wird in der familiären Erziehung und im Sozialisationsprozess erlernt, dort allerdings gemäß den vorherrschenden Interessens- und Machtverhältnissen. Wenn eine Gesellschaft hier eine Gewichtung setzen möchte, bedarf es eines Bildungsprozesses, der das freie Übernehmen von Verantwortung *für* individuelles Handeln *vor* den Anderen zu seinen Aufgaben rechnet. Dazu gehört auch, dass der so Gebildete die Interessen aller an seiner Handlung Beteiligten erkennen kann. Die Redensart vom Küchenmesser, das zum Brotschneiden *und* zum Töten genutzt werden kann, hebt nicht nur die Bedeutung der Verantwortung des Techniknutzers hervor, sondern auch die des Konstrukteurs, des Fertigungstechnikers, des Produzenten usw. Die Entwickler und Hersteller des Küchenmessers tragen keine Verantwortung für ein Tötungsdelikt mit dem Messer, da es auf die Küchenarbeit hin gestaltet wurde und da sich die kriminelle Verwendung nicht ausschließen lässt. Die Entwickler und Hersteller eines automatischen Sturmgewehrs tragen dagegen eine Mitverantwortung: Es dient nämlich nicht dem Brotschneiden *und* dem Töten, sondern ausschließlich dem Töten.

4.4.2 Stufen der Verantwortungsübernahme

Die Verpflichtung zur ethischen Reflexion beginnt damit, dass der Handelnde *deutlich erkennbare, unübersehbare Folgen* seines Tuns wahrnimmt und die Verantwortung „spürt", dieses Wissen in seine Entscheidungen mit einzubeziehen[72]. Hier sind Situationen angesprochen, in denen eine grundsätzliche Gleichgültigkeit oder ein Verschließen der Augen als willentlicher Akt erforderlich sind, um Folgen eines Tuns auszublenden. Das beinhaltet, dass Verantwortung aus zunehmendem Wissen erwachsen kann. Wer noch vor zehn Jahren ein Kleidungsstück bei einem Discounter kaufte, wusste u. U. nicht, unter welchen Bedingungen es hergestellt wurde. Das ist heute durch die Berichterstattung der Medien und die Thematisierung solcher Sachverhalte in den Schulen nahezu unmöglich.

Gleichzeitig weist das Beispiel auf eine zweite Stufe der Verantwortung hin. Wer ein Damentop für 6 Euro oder eine Jeans für 8 Euro oder ein Pfund Kaffee für 2 Euro kauft, erhält durch einfaches Schlussfolgern Hinweise darauf, dass das Produkt kaum unter humanen und sozialverträglichen Bedingungen hergestellt sein kann. Eine fortgeschrittene Form verantwortlichen Handelns besteht darin, dass eine Verpflichtung gespürt wird, nach möglichen

[72] Konkrete Beispiele für „Industrial Ecology"-Projekte, bei denen Organisationen die Verantwortung für ihr Handeln übernehmen, sind zu finden in Gleich und Gößling-Reisemann (2008).

Folgen *zu suchen*, sich gezielt Kenntnis darüber zu verschaffen, welche Auswirkungen das Handeln haben kann. Dem „Spüren" von Verantwortung wird eine Verpflichtung zum „Aufspüren" an die Seite gestellt. Dabei bleiben immer Unsicherheiten, besonders in der Bewertung des Potentials möglicher Folgen. Hubig unterscheidet reale Möglichkeiten, also solche, „die in irgendeiner Weise qualitativ oder quantitativ kalkulierbar sind" (Hubig 2011b, S. 147), von hypothetischen Möglichkeiten, die nur aufgrund von Gedankenexperimenten oder Simulationen aufzuspüren sind. Die *realen Möglichkeiten* in eine Bewertung nicht einzubeziehen, kann auf dieser Stufe als verantwortungslos bezeichnet werden. Für das Bewerten *hypothetischer Möglichkeiten* kann eine Interessensgruppe allein kaum eine angemessene Bewertung vornehmen, hier ist, je nach Folgenpotential, eine gesellschaftliche Debatte nötig[73]. Aktuelle Beispiele, bei denen unklar ist, welche der prognostizierten Folgen hypothetischer Natur sind und welche real, sind die 3D-Drucktechnik, die RFID-Technik[74], die Bio- und Gentechnik, die Datenvernetzung oder die Kernenergie. Dass die zuletzt Genannten bereits seit Jahrzehnten in der Folgen-Debatte stehen und bis heute noch nicht einmal Einigkeit besteht, welchen Realitätsgrad die unterschiedlichen Szenarien aufweisen, zeigt, dass es wirkliche Eindeutigkeit erst dann gibt, wenn die Folgen bereits eingetreten sind. Bei Technologien, die zur Vernichtung oder erzwungenen Neukonstitution ganzer Lebensbereiche führen können, müsste überprüft werden, ob aufgrund ihrer „Metamöglichkeiten" nicht jede Exploration von vorneherein ausgeschlossen werden müsste. Ob dem entsprochen wird, hängt nach wie vor seltener von ethischen Überlegungen ab als von ökonomischen Interessen.

4.4.3 Das Subjekt der Verantwortung für technische Entwicklungen

Hier klingt ein weiterer Problembereich an: der des *Subjektes der Verantwortung*. Kann sie einer konkreten Person oder Organisation zugeordnet werden, besteht Eindeutigkeit. Schwierig wird es, wenn Kollektive oder Organisationsgeflechte an der Entwicklung bzw. dem Einsatz einer Technologie beteiligt sind. Hubig diskutiert mehrere Varianten, mit diesem Problem umzugehen (vgl. a. a. O., S. 149-153). Die Konkretisierung der Verantwortung in Form justiziabler *Haftbarkeit* greift nur bedingt, da in Sachlagen mit verflochtenen Wirkungs- und Verantwortungsbeziehungen die Zuordnung der Haftung zu einem Subjekt kaum möglich ist. Vor ähnlichen Schwierigkeiten stehen Versuche, eine kollektive Verantwortung in eine *geteilte individuelle Verantwortung* umzuformen oder *Institutionen und Organisationen als Subjekte der Verantwortung* in die Pflicht zu nehmen.

[73] Zum Zusammenhang von Verantwortung und Freiheit: Binkelmann (2007, S. 290 ff.).
[74] Vorschläge zum Aufgreifen der Folgen der RFID-Technik im Unterricht bietet Meier (2006).

Letztlich braucht es für einen Diskurs zumindest zwei Parteien, hier wären es die Parteien der möglicherweise Betroffenen und die der Handelnden[75]. Wenn aber nur ein oder kein Handlungssubjekt bestimmt werden kann, fällt die Diskursmöglichkeit grundsätzlich weg. Daher wird Hubig gefolgt, wenn er dieser Frage eine zentrale Bedeutung zuweist. Er bezeichnet als wichtigsten aktuell zu leistenden Schritt die Suche danach, „wie eine Ethik oder eine Rechtfertigungsstrategie, also eine normative Argumentation, bezogen auf die institutionellen und organisatorischen Handlungen, auszusehen hätte." (A. a. O., S. 151) Als Lösung schlägt er die Schaffung einer „Appellationsinstanz" vor, deren Aufgabe es wäre, die Interessenslagen der von technischer Entwicklung Betroffenen auszuloten. Solche Instanzen sind in den letzten Jahrzehnten durchaus geschaffen worden, etwa die Ethikkommission der Bundesregierung oder Institute für Technikfolgenabschätzung an den Universitäten. Der letzte Schritt, der es diesen Instanzen erlauben würde, juristische Wirkung entfalten zu können, fehlt jedoch bislang. Hubig schlägt eine „Technikgerichtsbarkeit" vor (a. a. O., S. 155), analog zum Kartellverfahren, das von staatlicher Seite initiiert wird und sich in den vergangenen Jahren als durchaus wirksames Instrument erwiesen hat.

4.5 Zusammenfassung und Beantwortung der Forschungsfragen

Die dritte Frage der Studie richtet sich darauf, wie die Einbindung technischen Handelns in die Lebenszusammenhänge, aus denen heraus es entsteht, beschrieben werden kann.

Zunächst ist fraglich, ob Technik überhaupt aus Lebenszusammenhängen herausgelöst werden kann. In technischen Berufen werden Rationalität, Optimierung, Effektivität, Algorithmisierbarkeit usw. als Entscheidungsgesichtspunkte stärker gewichtet als in nichtberuflichen Situationen. Allerdings findet auch Handeln in beruflichen Kontexten in einem Lebenszusammenhang statt, eben dem der Berufswelt. Hier hält sich ein Handelnder an „harte" technische Faktoren, weil es seiner beruflichen Identität entspricht, weil er belohnt werden möchte, weil er sich der Konkurrenz anderer stellt. Seine Handlungen sind mit einem Sinn behaftet, der nicht aus der Technik erwächst, sondern aus den Eigenheiten des beruflichen Alltags. Wenn das Technische am Handeln eine bestimmte Art und Weise des Verwirklichens einer Absicht ist, die in einem Lebenszusammenhang entsteht und verwirklicht wird, dann kann ohne Berücksichtigung des sinnhaften Kontextes nicht ermittelt werden, ob eine technische Handlung vorliegt oder nicht.

[75] Zu diskursiven „Verfahren zur Lösung von Ziel- und Transformationskonflikten": Renn et al. (2007), besonders S. 169 ff. und Renn (1999).

Gedankliche Konstrukte wie eine vermeintliche „Gesetzlichkeit *der* Technik“, „Sachzwänge“ oder eine „ethische Verantwortung *der* Technik“ entstehen aus einem reduzierten Menschenbild heraus. Werden sie genutzt, wird Technik nicht als Folge einer sinnhaften Beziehung zwischen Subjekt und Welt gesehen, sondern als eine eigene Sphäre, die dem Menschen „irgendwie“ von außen aufgegeben ist. Die Frage, wie technisches Handeln in Lebenssituationen eingebunden ist, wird hier mit einem Wort beantwortet: unauflösbar. Ohne die anfängliche Kluft zwischen Wunsch und Wirklichkeit, ohne das Amalgam aus rationalen, emotionalen, sozialen und ethischen Abwägungen, ohne das Integrieren von Gegenständen in die Absicht und ohne das Reagieren auf die Umgebungsbedingungen ist eine technische Handlung nur sehr begrenzt zu verstehen. Das reine Hantieren mit Gegenständen reicht dazu nicht aus. Wenn gerade dieser Zusammenhang so oft als Indiz für technisches Handeln genannt wird, liegt das vermutlich an der materialen Faktizität der Mittel; sie sind fass-bar, begreif-bar, wahrnehm-bar. Für sich genommen ist ein Artefakt aber nur in begrenztem Sinn Technik – die entsteht vollständig erst in dessen absichtsvoller Verwendung.

Aus der unauflösbaren Einbettung technischen Handelns in Lebenssituationen folgt, dass dafür auch dieselben ethischen Kategorien gelten wie für jedes andere Handeln. Eine Ethik des Technikers ist nicht sinnvoll zu unterscheiden von einer Ethik eines Naturwissenschaftlers, eines Zugführers, eines Nachbarn. Ein zentraler Begriff in Bezug auf ethische Dimensionen einer Handlung ist der der Verantwortung. Das Handlungssubjekt verantwortet seine Vorgehensweise und die Folgen seines Tuns, nicht die Existenz oder die Gestaltung der Gegenstände, die es für seine Absicht instrumentalisiert. Die Personen, die am In-die-Welt-Kommen der Gegenstände beteiligt sind, sind gewissermaßen „Handlungssubjekte in der Zukunft“. Sie verantworten den Gegenstand so wie er ist, und damit verantworten sie auch Folgen, die bei *bestimmungsgemäßer Nutzung erwartbar sind* und dann zu einem späteren Zeitpunkt eintreten.

Das Eingebundensein einer Person in Makrosysteme und die damit verbundene Abhängigkeit entbindet sie nicht von der Verantwortung für ihr Tun, muss aber berücksichtigt werden, um überhaupt das Handlungssubjekt ermitteln zu können. Der zur Arbeit fahrende Autofahrer ist u. U. nur begrenzt dafür verantwortlich, dass er das Auto nutzt. Wenn Arbeitsverhältnisse so organisiert sind, dass die Belange des Lebens soweit unberücksichtigt bleiben, dass er nur unter unzumutbaren Bedingungen auf das Auto verzichten könnte, dann tragen die Organisatoren der Arbeit eine Mitverantwortung. Hier macht es Sinn, auf Ropohls abstrakten Begriff des Handlungssystems zurückzugreifen: Das Handlungssystem „Mit dem Auto zur

Arbeit fahren“ wird durch ein personales System, mehrere Sachsysteme und durch die umfassenden Meso- und Makrosysteme gebildet. Die soziotechnische Integration des Autos in die Absichtsverwirklichung hängt in solchen Fällen nicht nur vom personalen System ab.

Von der Diskussion über Sinn- und Lebenszusammenhänge, in denen technische Handlungen entstehen, führt ein direkter Weg zu Bildungsfragen[76]. Das Abwägen verschiedener Interessen erfordert die Fähigkeit und Bereitschaft, Sinnzusammenhänge zu verstehen, Wertungen differenziert treffen, darstellen und begründen zu können. Das Erkennen von Handlungsfolgen setzt Sachwissen voraus. Der eigenständig, kompetent und verantwortlich handelnde Mensch kann durch einen Bildungsprozess systematisch gefördert werden.

[76] Die Nachhaltigkeitsdiskussion ist auch in der beruflichen Bildung aufgegriffen worden. Einen Überblick gibt der Tagungsband der 14. Hochschultage Berufliche Bildung (Fischer et al. 2006).

5 Technisches Handeln als Gegenstand Technischer Bildung

Ausgehend von den drei Extensionen des Technikbegriffs kann die Bedeutung des technischen Handelns im Bildungskontext zu zwei Folgerungen führen.

Die *enge* und die *mittelweite Verwendung* weisen auf die Notwendigkeit eines originären Schulfaches Technik mit eigener Didaktik hin. Kein anderes Fach hat den technischen Weltzugriff des Menschen zum Gegenstand, so wie das für die technischen Fächer[77] der Fall ist. Andere Schulfächer haben andere Lerngegenstände, Zielsetzungen, Inhalte und Methoden. Das lässt sich schon daran erkennen, dass sie keine Werkstätten brauchen, und ohne Werkstätten ließen sich Handlungsfelder wie das Konstruieren oder das Herstellen von Produkten nur auf abstrakter Ebene „abhandeln". Das wiederum widerspräche den pädagogischen Grundprinzipien allgemeinbildender Schulen und dem, was Lerntheorien über erfolgreiche Lernprozesse aussagen.

Die *weite Verwendung* des Begriffs impliziert jedoch mehr. Sie verweist nicht nur auf das Technische in vielen Handlungen des Menschen, also auch in dem von Schülerinnen und Schülern, sondern in einer zweiten Betrachtungsebene auf die Notwendigkeit, das Technische am Handeln als grundlegenden Reflexionsgegenstand der Bildungswissenschaften zu verstehen. Diese thesenartige Formulierung soll in der Folge ausgeführt werden.

5.1 Zur Vorstellung einer allgemeinen Bildung

Die geschichtliche Entwicklung des Schulfaches Technik ist durch stetige, teilweise tiefgreifende Veränderungen geprägt. Mehrfach wurden Gegenstand, Zielsetzung und Unterrichtsverfahren nicht nur weiterentwickelt, sondern grundsätzlich verschoben. Das Spektrum reicht von allgemeiner Erziehung zu Fleiß und Produktivität (Industrieschulen, Arbeitserziehung, auch Teile der Polytechnik in den sozialistischen Staaten) über einen auf die Entwicklung technischer Fertigkeiten ausgerichteten Unterricht (Handfertigkeitsunterricht) bis hin zu einer Einbindung der „Werktätigkeit" in eine umfassende musische Bildung (Werkunterricht). Ein eigener Entwicklungspfad wurde in der Reformpädagogik verfolgt (angefangen bei Rousseau, besonders bei Pestalozzi und Fröbel), in der im Rahmen der Suche nach ganzheitlichen Handlungszusammenhängen in der Gestaltung der Lebensumwelt und in der mate-

[77] Technik, Werken, Alltagskultur, Mensch und Umwelt, Informationstechnische Grundbildung – die Namensgebungen und Schwerpunkte variieren zwischen den Bundesländern und den Schulstufen stark. Der VDI fand 2006 allein in den Bildungsplänen der Sekundarstufen I und II 24 verschiedene Bezeichnungen für Technikunterricht (VDI 2007, S. 6). Dazu kommen die Anteile in den als „Fächerverbünde" bezeichneten „heterogenen Konglomeraten" (Hüttner 2008, S. 11).

rialisierenden Verwirklichung von Ideen ein großes Potential gesehen wurde. Die sogenannte „technische Wende“ markiert dann einen entscheidenden Schritt in Richtung eines Schulfaches, das Schülern einen schulischen Zugang zum Kulturbereich Technik bietet. Stationen dieser Entwicklung sind nachzulesen bei Wessels (1969), Sachs (1979 und besonders 1988), Schmayl und Wilkening (1995), Wiesmüller (2006), und zuletzt bei Schmayl (2013).

Trotz der stets betonten Notwendigkeit, Technikunterricht in allen Altersstufen und für alle Schüler, besonders auch für alle Schülerinnen, anzubieten, kann nicht übersehen werden, dass dies bis heute nicht gelungen ist – zumindest nicht dauerhaft und nicht ohne die Befürchtung, bei anstehenden curricularen Veränderungen als „Manövriermasse“ missbraucht zu werden. Die Gründe dafür sind vielfältig: Ein sehr wirksamer ist die Besitzstandwahrung der traditionell verankerten Fächer. Ein zweiter liegt in dem offensichtlich fehlenden Bewusstsein, welchen Stellenwert Technische Bildung innerhalb der Allgemeinen Pädagogik und den Bildungswissenschaften haben müsste. Dieser Stellenwert wurde *inhaltlich* und *strukturell* aus der Technikdidaktik heraus präzisiert, ein Überblick folgt im ersten Teil dieses Kapitels. Es soll weiter erläutert werden, inwiefern das, was bis hierher über das technische Handeln entwickelt wurde, Bestandteil von Bildungsprozessen schon immer war. Und drittens sollen die Entwicklungsmöglichkeiten für Kinder und Jugendliche gezeigt werden, die gerade das technische Handeln bietet.

5.1.1 Technik im Fächerkanon allgemeinbildender Schulen

Schmayl (2013) stellt die Notwendigkeit einer Einordnung Technischer Bildung als Teil einer Allgemeinbildung auf bildungstheoretischer Grundlage dar. Er greift auf die von Humboldt herausgearbeiteten Hauptmerkmale von Bildung, auf *Universalität* und *Totalität* zurück, wobei der Begriff der Universalität den Anspruch benennt, „einen möglichst großen Gehalt an Welt aufzunehmen“ (a. a. O., S. 80), der Begriff der Totalität den Anspruch, dass das Bildungssubjekt zur Entfaltung *all seiner Kräfte und Möglichkeiten* gelangt. Wer Totalität im Humboldt´schen Sinn als Auftrag an das Bildungswesen versteht, kann den Gestaltungs- und Hervorbringungswillen von Schülerinnen und Schülern nicht missachten. Wer Universalität als bedeutsames Bildungsmerkmal ansieht, darf nicht ernsthaft ein menschliches Urhumanum, wie es die Technik ist, vom allgemeinbildenden Unterricht ausgrenzen.

Darauf aufbauend, hebt Schmayl die Bedeutung von Flitners Ansatz, den „ganzen Umfang des bildenden Sachgehalts“ (Flitner und Herrmann 1987, S. 221) aus anthropologischen Überlegungen heraus zu entwickeln, hervor.

Wilhelm Flitners Entwurf einer sachhaltigen Struktur allgemeinbildender Schulen

Flitner entwickelt folgende Struktur der Bildungsgegenstände[78]: Als Fundament jeder menschlichen Auseinandersetzung mit der Welt dient die *Sprache*, die als abstraktionsfähiges Mittel des Verstehens und Austauschens dient. An zweiter Stelle stehen die „*nützlichen Künste oder Techniken*" (a. a. O., S. 219), wobei Flitner einen weiten Technikbegriff zugrunde legt, dem er alle Formen der Kunstfertigkeit zuordnet, z. B. das Handwerk, die Kaufmannszunft, das Lesen und Schreiben, aber auch das Regieren und Heilen. Er betont den grundsätzlichen Zusammenhang zwischen Technik[79] und Unterricht: „Überall wird die [nützliche] Kunst überliefert, und ihre Darstellung ist immer ein pädagogischer Akt; sei es in der Anleitung oder in der Belehrung oder wo sonst auf den Nachwuchs Rücksicht genommen wird, entsteht in der Kunstausübung das erzieherische Moment, das Lehren und Weitergeben der Techniken und Kunstfertigkeiten, damit zugleich aber der Gesinnungen, welchen die Fertigkeiten dienstbar sein sollen." (A. a. O., S. 220) Damit bestimmt er den Zusammenhang inhaltlich (Menge der überlieferten Kulturgüter), formal (Lehren und Lernen als Grundform der Tradierung von Kunstfertigkeiten) und instrumentell (beiläufige Entwicklung von „Gesinnungen").

Drittens ist der Mensch durch sein *sittliches Empfinden und Denken* gekennzeichnet. Er schafft damit Normen und Regeln, die das Zusammenleben mit seinen Mitmenschen ordnen. Das vierte Merkmal ist die *Geistesbetätigung* des Menschen, die sich in den Wissenschaften, im Schrifttum und in den „schönen Künsten" zeigt.

Die Bedeutung dieser Struktur liegt darin, dass sie einen Versuch darstellt, eine Ordnung schulischer Fächer – denn darauf läuft sie letztendlich hinaus – nicht in ihrer historischen Gewachsenheit nachträglich zu rechtfertigen, sondern aus Überlegungen über „das Wesen" des Menschen und der Bildung zu entwickeln. Gerade dadurch, dass er seinen Blick nicht auf den vorhandenen Fächerkanon richtet und damit der Gefahr entgeht, nur zu legitimieren, was bereits gegeben ist, entdeckt er *die große Fehlstelle in den allgemeinbildenden Schulen*. Sie besteht jedoch nicht einfach darin, dass es teilweise kein Schulfach Technik gibt. Vielmehr scheint überhaupt ein Bewusstsein für die kulturprägende Funktion der technischen Weltgestaltung zu fehlen. Deren Bedeutung wird im weiteren Verlauf der Arbeit noch konkreter herausgearbeitet.

[78] Flitner spricht von „*Sachgehalt der Bildung* oder ‚Bildungsgehalt'" (Flitner und Herrmann 1987, S. 218).
[79] Er verwendet Bezeichnung der Technik als „nützliche Kunst" in Anlehnung und Absetzung zu den „schönen Künsten".

Flitners Gedanken sollten nicht nur genutzt werden, um die Notwendigkeit des Schulfaches Technik begründen zu können. Vielmehr sollte der Blick erweitert werden auf die Frage, wie ein Technikunterricht realisiert werden müsste, damit er einen bedeutsamen Beitrag zu den bei Flitner entwickelten Bildungsgegenständen leisten kann.

Das „erzieherische Moment" technischen Handelns

Das bedeutet zunächst, dass auch im Technikunterricht der Mensch als sprachbegabtes, gleichzeitig normorientiert und frei handelndes, sozial angelegtes, ethisch denkendes, religiös empfindendes, künstlerisch sich ausdrückendes Wesen „zugängig" gemacht werden sollte. Technikunterricht muss auf einem umfassenden Menschenbild aufbauen, wenn er einen Beitrag zur Allgemeinbildung leisten möchte, und er muss den Menschen als unteilbares Wesen, als Anfangs- und Endpunkt des Unterrichts, auch zu seinem Recht kommen lassen. Dies ist sicher einer der zentralen Gedanken des mehrperspektivischen didaktischen Ansatzes, der als sein Zentrum nicht handwerkliche Betätigung oder technikwissenschaftliche Strukturen versteht, sondern die Auseinandersetzung der Kinder und Jugendlichen mit ihrer eigenen Technizität und der ihrer Umwelt[80].

Zweitens sollte die Technikdidaktik weitere Zugänge zu technischen Bildungsinhalten entwickeln, die in anderen Fächern so nicht geleistet werden. Das beinhaltet den Auftrag, exemplarische genauso wie tagesaktuelle technische Themen mit den Schülern gemeinsam zu erschließen[81]. So wie im Technikunterricht beispielsweise Sprache oder Religion aufgegriffen werden können, aber eben nicht aus dem Verständnis heraus und mit den Mitteln, wie es die angestammten Fächer leisten, so muss aufgezeigt werden, was die Deutsch-, Religions- und Gemeinschaftskundelehrer unbeachtet lassen, wenn sie sich Fragen der technischen Welterschließung und -gestaltung widmen. Und gerade der oben entwickelte Gedanke, dass Technik letztendlich nur in der technischen Handlung verständlich wird, scheint dabei ein Schlüssel zu sein. Im Physikunterricht bietet der Verbrennungsmotor einen Anlass zur Analyse von Energiezuständen oder mechanischen Wirkprinzipien. Der Physikunterricht kann aber, aus seinen grundsätzlichen Fragestellungen heraus, keine Antwort geben auf Fra-

[80] Zur Wirkungsforschung im Technikunterricht: Hartmann (2002).

[81] Der Stellenwert von *Aktualität* und *Alltagsbezug* im Technikunterricht wird in der Didaktik kontrovers diskutiert. Alltagsbezug „im Interesse der Schüler" zu postulieren ist schnell getan, seine Bildsamkeit im konkreten Fall herzustellen dagegen eine anspruchsvolle und aufwendige Arbeit. Schmayl prägte die Formulierung: „Das zu führende Leben ist das Bewährungsfeld der Bildung, nicht ihre Quelle." (Schmayl 2013, S. 82) Das heißt nicht, dass übersehen wird, dass die Schüler aus dem Alltag in den Unterricht kommen und von dort aus wieder in den Alltag zurückkehren. Sie dort abzuholen, wo sie zu Beginn des Unterrichts sind, heißt aber nicht, sie dort auch stehen zu lassen. Eine Hilfe, Einzelfall und Allgemeines auseinanderzuhalten, kann die Unterscheidung zwischen „Thema" und „Inhalt" bieten (bei Bienhaus 1995 oder Schlagenhauf 2011).

gen danach, unter welchen Bedingungen Güter zweckmäßig von A nach B transportiert werden, wann es sinnvoll sein kann, mit dem Mofa einen Radweg zu nutzen, aus welchen Gründen so viele unterschiedliche Gestaltungen von Pleuelstangen oder Kolben entwickelt sind usw.

Janich diskutiert die Unterschiede zwischen Naturwissenschaften und Technik. Ein einprägsames Beispiel sind seine Überlegungen dazu, was beide zum Verständnis des Artefakts *Uhr* beizutragen haben (vgl. Janich 2006, S. 56 f. und 1992, S. 167 f.). Der Physiker sieht in einer Uhr Wirkmechanismen, Energiezustände usw. Hat er eine defekte Uhr vor sich, so ändert sich sein Blick auf sie nicht, die sogenannten „Naturgesetze“[82] verlieren in diesem Moment nicht ihre Gültigkeit. Der technische Blick ändert sich durchaus, er erkennt einen neuen Sachverhalt, der zuvor als Möglichkeit vorhanden war und nun real geworden ist. Ganz grundsätzlich schreibt Janich, man könne nicht „durch einen Hinweis auf die Geltung sogenannter Naturgesetze eine Uhr von einer Nichtuhr methodisch primär, d. h. zu Definitionszwecken, unterscheiden.“ (Janich 1992, S. 168) Eine Uhr ist Ergebnis einer zweckorientierten Erfindung, und die Überführung von Zwecken in Tatsachen ist Gegenstand der Technik und nicht der Physik. Ohne Technikunterricht werden für Kinder und Jugendliche Fragen nach der zweckmäßigen Gestaltung der Welt in der Schule zu Randphänomenen. Dass solche Fragen, die sie im Alltag von sich aus stellen, in der Schule oft keinen Platz finden, dürfte ihre Sicht auf Schule sicher beeinflussen.

Funktionen der Fächerstruktur im Bildungswesen

Die Einteilung der Welt in Schulfächer ist historisch gewachsen und nicht ohne Kritik geblieben, besonders vor dem Anspruch ganzheitlichen Lernens. Schmayl zeigt vier Funktionen auf, die der Facheinteilung zukommt, und die bei einer kritischen Betrachtung bedacht werden müssen. Sie bietet erstens eine „besondere Zugriffsweise“ auf die „uns diffus entgegentretende Wirklichkeit“. Diese Spezifikation, ihren besonderen „Auftrag der Weltbewältigung, Weltgestaltung“ (Schadewaldt 1957, S. 11), muss von der Fachdidaktik herausgearbeitet werden. Sie bietet zweitens ein Ordnungssystem für das Verständnis der Wirklichkeit (vgl. Schmayl 2013, S. 84 f.). Der Diskurs um dieses Ordnungssystem hat in der Technikdidaktik zu verschiedenen Lösungsvorschlägen geführt, von denen die als arbeitsorientierter, allgemeintechnologischer und mehrperspektivischer Ansatz bezeichneten bis in die Gegenwart verfolgt werden. Drittens müssen konkrete, erprobte Beispiele als Unterrichtsmodelle

[82] Janich betont, dass die „Gesetzlichkeit“ keine Eigenschaft des Phänomens, sondern eine Interpretation des Forschers ist.

ausgearbeitet werden, an denen die besondere Zugriffsweise erarbeitet werden kann. Diese Arbeit kann in den Tagungen der fachdidaktischen Verbände DGTB, GATWU und FTU[83] verfolgt werden, aber auch in den fachdidaktischen Periodika[84] und in den Lehrwerken. Viertens muss für ein Schulfach ein Curriculum erarbeitet werden, das zusammen mit den anderen Curricula einen „qualitativ vollständigen Lehrplan" bietet (ebd.). Mit dem Begriff der *qualitativen Vollständigkeit* schließt Schmayl einen Bogen, der an der Auf-Fächerung der Welt begonnen wurde und im Anspruch mündet, die Zerteilung zu einem Ganzen zusammenführen zu wollen, das der Wirklichkeit so gut wie möglich gerecht wird.

5.1.2 Technikunterricht als Beitrag zu einer personalen Bildung

Wiesmüller stellt die Frage, welchen Platz das Kind in der Technischen Bildung haben sollte. Er setzt wie Schmayl am Begriff der Allgemeinbildung an und zitiert Klafkis dreifache Bestimmung: Allgemein im Sinne von *alle Fähigkeitsdimensionen des Menschen erfassend*, allgemein im Sinne *des uns alle Angehenden* und allgemein im Sinne von *Bildung für alle* (vgl. Wiesmüller 1999, S. 16 ff.). Das Bildungssubjekt versteht er vom Begriff der Person aus[85], den er, im Rückgriff auf Halder und Müller (1997), mit folgenden Merkmalen bestimmt: Die Person ist der „unteilbare Selbst-Stand eines geistigen Wesens", sie gründet in der Freiheit und ist „auf Selbstverwirklichung angelegt" (beide Zitate: Wiesmüller 2006, S. 80). Sie verwirklicht sich im Handeln mit ihren Werken, mit denen sie ihr Denken veräußert, sodass „Selbstverwirklichung zur Selbst-Gestaltung wird." (a. a. O., S. 81) Und: Sie ist „aufgrund ihrer Geistigkeit offen, unabgeschlossen und auf Gemeinschaft verwiesen" (ebd.).

Ein Vergleich des Begriffs einer Person bei Halder und Müller, Wiesmüller, aber auch bei Oerter und Holodynski (s. o.) mit dem allgemeinen Modell technischen Handelns zeigt weitgehende Übereinstimmungen, aber auch einen Unterschied, in dem die spezifische Fragestellung der vorliegenden Untersuchung deutlich wird.

[83] Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung, Gesellschaft für Arbeit, Technik und Wirtschaft im Unterricht, Fachverband Technikunterricht in Schleswig-Holstein.
[84] „Unterricht: Arbeit und Technik" (2006 eingestellt), „tu - Zeitschrift für Technik im Unterricht" und teilweise auch „Journal of Technical Education".
[85] Wiesmüller unterscheidet ausdrücklich *Person* und *Individuum*, wobei der Begriff des Individuums eher eine räumlich-zeitliche, vereinzelte Einheit als Gegenpol zum Kollektiv benennt.

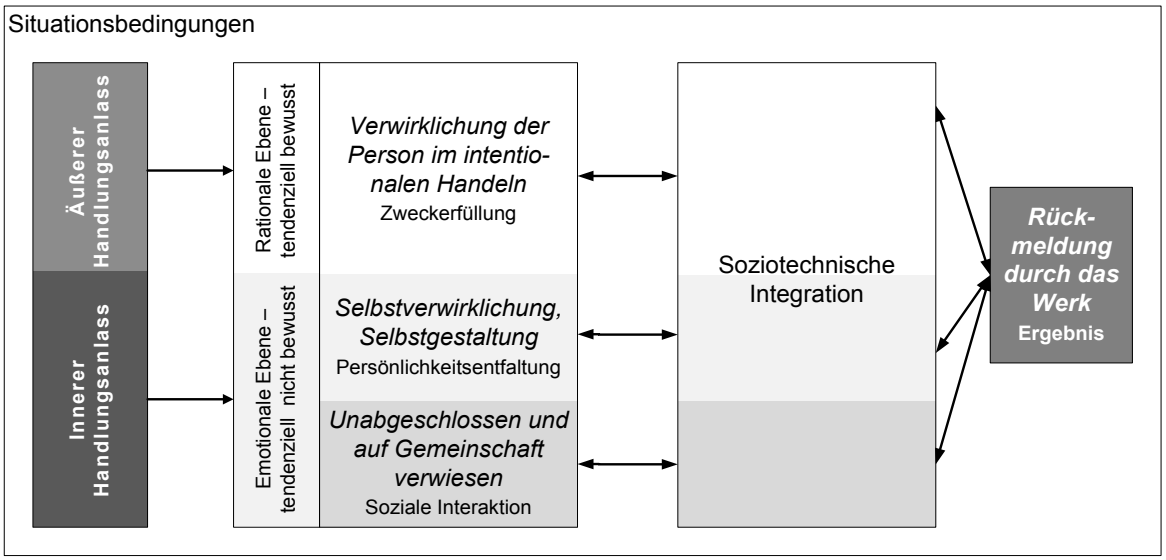


Abbildung 41: Das Modell technischer Handlungen im Zusammenhang mit dem Begriff der Person

Die im Modell technischer Handlungen verwendeten Begriffe sind in der Abbildung klein formatiert, die Merkmale einer Person groß und kursiv. Übereinstimmung besteht in der Differenzierung zwischen den Ebenen der äußeren Handlung und der Funktion des Handelns für die personale und soziale Entwicklung. Außerdem sehen beide Vorstellungen den Anlass und das Ergebnis einer Handlung als eine Art Klammer, innerhalb derer der Personalisierungsprozess verläuft. Das Modell technischer Handlungen ist, seinem Betrachtungsgegenstand entsprechend, um den Vorgang der soziotechnischen Integration ergänzt. Der Zusammenhang zwischen Person, Handlungsmotiven und Mittelbarkeit der Handlung ist das offene Feld, das es in der Folge zu klären gilt. Damit sind Fragen zur Bedeutung der soziotechnischen Integration für die Persönlichkeitsentwicklung aufgeworfen.

Die Entwicklung der Person durch die Auseinandersetzung mit der Welt ist ein Gedanke, der in der Pädagogik eine lange Tradition und prominente Vertreter aufweisen kann. Die Exzentrizität des Menschen, Klafkis Begriff der „kategorialen Bildung“, Brandtstädters Ansatz der intentionalen Selbstentwicklung durch Handeln in der (kulturell geprägten und vermittelten) Welt, Dunckers Methodenverständnis, oder aber Böhms Dreischritt der Auseinandersetzung von Mensch und Welt (vgl. a. a. O., S. 83): Sie alle bauen auf einer persönlichkeitsentfaltenden Wechselwirkung zwischen Handlungssubjekt und -objekt auf.

5.2 Persönlichkeitsentwicklung durch Auseinandersetzung mit der Welt

Ein Handelnder nutzt Rückmeldungen seiner Umgebung, um seine Wahrnehmung, seine Erkenntnis, auch das Bewusstsein seiner selbst, weiterzuentwickeln. Schurz erläutert, in Anlehnung an Piaget, wie sich bei Kleinkindern die Unterscheidung zwischen Ich und Nicht-Ich, und in der Folge die Differenzierung des Nicht-Ich in andere Personen und eigenschaftstragende Objekte herausbildet. Durch den Umgang mit Dingen – durch Sehen, Hören, Fühlen, Greifen – erfährt das Kind, dass „[...] dort etwas, ein x ist, das Gestalt F hat." (Schurz 2002, S. 91) Die Eigenschaften, die am Objekt erfahren werden, bleiben auch bei wiederholten Versuchen, zu unterschiedlichen Zeiten und in differierenden Umgebungen, an ihm „haften". Das Kind lernt handelnd eine wahrnehmungs- und ortsunabhängige „Dingsprache" kennen (ebd.) und lernt sie mit jeder weiteren Beschäftigung mit dem Objekt besser zu „lesen". Den Objekten wird mit zunehmender Erfahrung ein ganzes Eigenschaftsbündel zugeordnet, die Dingsprache wird ausdifferenziert. Mit etwa eineinhalb Jahren können Kinder ihr Vorgehen gezielt auf die spezifischen Eigenschaften eines Objektes abstimmen. Sie erkennen dessen Instrumentalität für einen bestimmten Zweck und richten ihren Umgang daran aus.

5.2.1 Der Appell der Dinge an den Handelnden

Kinder zeigen einen regelrechten Drang, sich mit Dingen zu beschäftigen. Bei Langeveld heißt es: „Irgendeine Dingeigenschaft appelliert an uns, und der Gegenstand spricht uns sozusagen *im Gerundivum* an: der Gegenstand verlangt von uns, dass wir etwas mit ihm tun." (Langeveld 1968, S. 146) Die Aufforderung steckt dabei nicht in einer bestimmten *Art* des Umgangs; da sind Kinder sehr einfallsreich und lassen sich kaum einengen. Der Appell liegt vielmehr darin, dass überhaupt etwas mit dem Ding gemacht werden soll. Langeveld geht davon aus, dass ein Grund dafür im Gefühl des Sieges über die Begrenzungen der Welt liegt, in der Bestätigung, die Welt verändern zu können (vgl. a. a. O., S. 151). Wenn man die Klassifikation von Handlungsmotiven heranzieht, die beispielsweise Kleinbeck (2006, S. 258) verwendet: Leistung, Anschluss, Einfluss und Wissenserwerb, so lässt sich der den Dingen innewohnende Appell in dieser frühen Entwicklungsphasen am ehesten den Motiven Leistung, Macht und Wissenserwerb zuordnen. Das Kind empfindet Freude, wenn es den Gegenstand gemäß seiner Absicht instrumentalisieren kann. Es empfindet ein Machtgefühl, da es die Welt verändert hat, und es erweitert sein Wissen darüber, wozu das Ding genutzt werden kann, wie es funktioniert usw.

Auf eine weitere Motivlage zur Beschäftigung mit Dingen weist Brandtstädters Vorstellung der Entwicklungsaufgaben hin, die oben dargestellt wurde. Das Kind fühlt sich herausgefordert, mit einem Ding umzugehen, Erfolge wie Misserfolge dienen der persönlichen Entwicklung: „Die ‚Widerständigkeit' der Umwelt erzwingt Anpassungen und Differenzierungen der sensumotorischen und kognitiven Schemata und unterstützt zugleich die weitere epistemische Polarisierung von Selbst und Umwelt. Erfahrungen des Gelingens und Misslingens liefern das Rohmaterial, aus dem eine kognitive Repräsentation von Wirkungs- und Handlungsmöglichkeiten aufgebaut wird; insbesondere aber informieren sie über eigene Handlungsmöglichkeiten und –grenzen und tragen auf diese Weise auch zum Aufbau und zur progressiven Differenzierung eines Selbstkonzeptes eigener Handlungs- und Kontrollpotentiale bei." (Brandtstädter 2001, S. 69 f.)

Die Entwicklungsaufgabe speist ihren Aufforderungscharakter aus zwei Quellen. Die erste liegt im Kind selbst: Es will etwas mit dem Gegenstand tun. Es kann mit ihm spielend umgehen, kann ihn erproben, kann eine Absicht mit ihm verfolgen. In der Instrumentalisierung des Objektes erfährt das Kind global, dass es Herrschaft über Objekte besitzt, und es erfährt situationsspezifisch, dass es mit genau diesem Objekt in einem bestimmten Umfeld eine bestimmte Wirkung erzielen kann. Es erfährt also über den Umweg des Handelns mit dem Objekt, was es bewirken kann, aber auch, wo seiner Wirksamkeit Grenzen gesetzt sind. Materielle Gegenstände haben die Eigenschaft, dass die an ihnen erzeugten Effekte ebenfalls materiell sind, sodass sie klar erkennbar und in gewisser Weise objektiv sind – Brandtstädter spricht von einer *Verlässlichkeit und Konsistenz der Effekte* (ebd.). Er vermutet sogar, dass im Verlauf solcher Lernprozesse dem Kind „der Objekt- und Werkzeugcharakter des eigenen Körpers bewusst" wird (ebd.).

Die zweite Quelle liegt in der Umwelt des Kindes. Eltern bieten ihm Dinge an und zeigen positive Reaktionen, wenn ihm etwas damit gelingt; andere Personen hantieren mit Dingen, das Kind lernt, dass es manche Sachen nicht anfassen darf, dass es „Kinder-Sachen" gibt; andere Kinder gehen mit Dingen um; in der Schule wird das Handling mit bestimmten Sachen vorausgesetzt: Das Kind muss die Schuhe binden, die Uhr lesen, etwas mit der Schere ausschneiden können. Es hört Sätze wie „Toll, dass du deinen Namen schon schreiben kannst." „Das solltest du jetzt aber langsam können." „Die anderen Kinder können das auch."

Wenn Kinder mit Gegenständen hantieren, nehmen sie aus den Rückmeldungen ihrer Bezugspersonen wahr, dass dies emotionale und soziale Dimensionen hat (vgl. auch Andreas

1982, S. 34 ff. und Koch et al. 2006, S. 504). Sie werden von ihren Eltern gelobt und zur weiteren Auseinandersetzung animiert. In weiteren Durchläufen lernen sie zu isolieren, was das ist, das die Rückmeldung evoziert.

5.2.2 Hantieren und Begriffsbildung

Das unablässige Wiederholen bestimmter Aktionen, das bei Kindern so oft beobachtet werden kann, hat verschiedene Auswirkungen. Es ist Quelle der „Freude am Effekt", eine Benennung, die auf den von White geprägten Begriff „effectance motivation" zurückgeht. Brandtstädter spricht von *Handlungseffekt-Attributionen durch Hantieren mit Gegenständen* (a. a. O., S. 59). Es bindet zweitens die Aufmerksamkeit der Bezugspersonen. Und es unterstützt drittens die physiologische Entwicklung, etwa die Fähigkeit zur Raumwahrnehmung oder die Greif-Fertigkeiten. Die neuronale Forschung kann recht genaue Angaben darüber machen, welche Areale des Kortex dabei entwickelt werden (zum Überblick: Engelkamp und Zimmer 2006, S. 392–400). Schon einfaches Greifen nach einem Gegenstand ist ein komplexer Vorgang, bei dem mehrere Aktionen parallel verarbeitet werden. Hauptsächlich sind das die Zielbewegung von Arm und Hand, die sensorische Datenaufnahme der Sinne und die Greifbewegung selbst. Die erforderlichen Muskelbewegungen und die Daten der Sensoren werden nicht als einzelne, isolierte neuronale Repräsentationen, sondern in Form von „Gestalten" abgespeichert (vgl. a. a. O., S. 407). Es werden vier Datengruppen unterschieden, die in einer Gestalt repräsentiert sind – Abbildung 42 gibt einen Überblick:

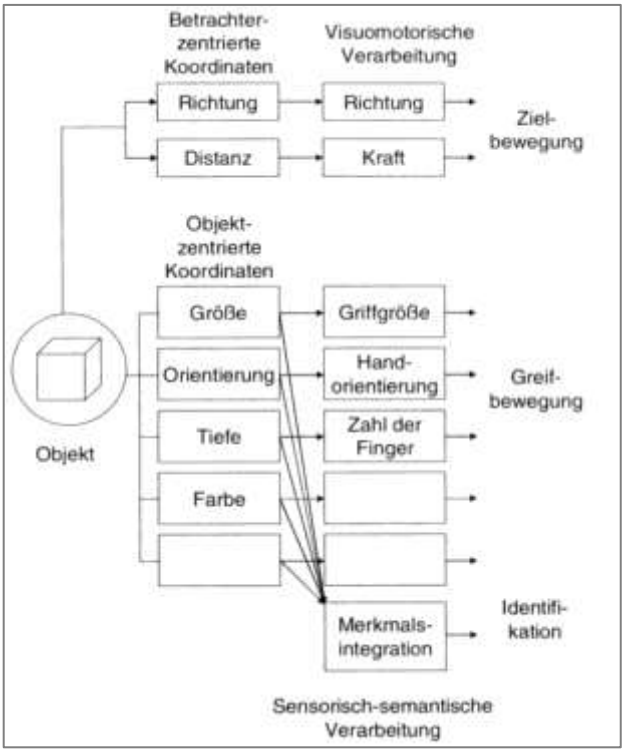


Abbildung 42: Koordinierte Daten beim Greifen (in: Engelkamp 2006, S. 412)

Das sind zunächst die auf den Betrachter bezogenen Richtungs- und Distanzkoordinaten. Zweitens sind Daten aus der visuomotorischen Verarbeitung enthalten, also nicht nur visuelle Daten, sondern auch die aus den mit den Blickbewegungen verbundenen Muskelbewegungen. Diese beiden Gruppen sind an Zielbewegungen des Armes und der Hand zum Objekt hin beteiligt. Die sensorisch-semantische Verarbeitung steuert die Koor-

dination der Hand und ist damit direkt beteiligt an der Erfassung objektbezogener Daten, beispielsweise von Größe, Lage im Raum oder Farbe des Gegenstands.

Beim Greifen bisher unbekannter Objekte müssen die Eigenschaften unabhängig voneinander verarbeitet werden. Liegen dagegen Erfahrungen mit dem Objekt vor, so „werden die Merkmale zu einer Einheit zusammengefügt, die im Gedächtnis ihre Entsprechung hat und bei der Wissen über die Einheit gespeichert ist." (A. a. O., S. 411 f.) Das führt dazu, dass das Objekt bei einer erneuten Aktion über den Abgleich seiner Merkmale wiedererkannt werden kann – eine *semantische Kategorisierung von Objekten* ist vollzogen worden (ebd.). Das wiederum bedeutet, dass der handelnde Umgang mit Dingen das Entwickeln des Ordnungssystems der physischen Welt maßgeblich beeinflusst. Wiederholte Erfahrungen mit demselben und mit ähnlichen Objekten führen also nicht nur zum Erkennen des individuellen Objektes, sondern zur Entwicklung einer *Taxonomie der Dinge*. In Anlehnung an Bülthoff und Bülthoff kann das am Beispiel des Erlernens einer Vorstellung davon, was ein Bürostuhl ist, ausgeführt werden. Der Lernvorgang beginnt mit der *Nutzung* eines beliebigen Stuhls. Er verläuft über Erfahrungen mit weiteren Stühlen, in deren Verlauf Merkmalsunterschiede und Übereinstimmungen zwischen den einzelnen Exemplaren festgestellt werden. Am Ende steht eine begrifflich repräsentierte Vorstellung dessen, was einen Stuhl zum Stuhl macht. Sie unterscheidet sich von der individuellen Benennung eines einzelnen Objektes durch ihren kategorialen Charakter. So kann in einem Holzblock dessen Potential als Sitzgelegenheit benannt werden. Es ist aber auch ein Bewusstsein darüber entstanden, was den Holzblock von einem Möbel unterscheidet. So wurde eine hierarchische Ableitung gelernt: Sitzgelegenheit ↘ Stuhl ↘ Bürostuhl ↘ ein individueller Bürostuhl (vgl. Bülthoff und Bülthoff 2006, S. 166). Hilfreich dafür, dass nicht nur einzelne Begriffe, sondern auch das Kategoriensystem gelernt wird, ist ein Erleben verschiedener Exemplare des Gegenstands in ihrem alltäglichen Verwendungszusammenhang. Welches die „kritischen Eigenschaften" (Möller 1987, S. 209) sind, also die für die Generalisierung entscheidenden, kann, zumindest von Kindern bzw. Anfängern, nicht durch logisches Schlussfolgern hergeleitet werden, sie müssen das in der wiederholten Auseinandersetzung erfahren. Anschließend kann ein Begriff auch in neuen Situationen adäquat zugeordnet werden (vgl. ebd.).

Eine weitere Voraussetzung dafür ist, dass der Begriff in unterschiedlichen Klassifikationsniveaus verankert ist. Hoffmann erläutert diesen Sachverhalt am Beispiel der Wahrnehmung einer Meise. Auf dem spezifischsten Niveau wird sie als Meise wahrgenommen, auf einem mittleren als Vogel und auf einem allgemeinen als Lebewesen. Beim Erlernen von Klassifi-

kationssystemen wird das Objekt mit Begriffen dieser unterschiedlichen Ebenen verknüpft, wobei Begriffen des mittleren Niveaus eine herausragende Bedeutung zukommt, da sie besonders geeignet sind, um ein Objekt schnell und sicher zu identifizieren (vgl. Hoffmann 2002, S. 403). Begriffe dieses Niveaus werden auch als „Basisbegriffe“ bezeichnet, sie ermöglichen eine Zuordnung „von der Kategorienzugehörigkeit auf die Merkmalscharakteristik eines Objekts als auch von der Merkmalscharakteristik eines Objektes auf seine Kategorienzugehörigkeit [...]“ (a. a. O., S. 405).

Die Bedeutung des Lernens durch eine zweckentsprechende Beschäftigung mit Objekten geht demnach weit über physiologische Lerneffekte hinaus. Im Hantieren mit Dingen werden Begriffe und Kategorien gebildet, mithin Grundlagen des Denkens und der Sprachlichkeit gelegt[86]. Brandtstädter über die Bedeutung des instrumentellen Handelns für die Sprachentwicklung: „Mit der kognitiven Differenzierung zwischen dem Selbst als handelndem und zugleich von Handlungseffekten betroffenen Subjekt, dem äußeren Handlungsergebnis, dem instrumentellen Tun und den eingesetzten Handlungsmitteln ist ein konzeptuelles Grundgerüst geschaffen, von dem aus in der weiteren Sprachentwicklung jene begrifflichen Kategorien aufgebaut werden können, die für das gesamte handlungs- und moralsprachliche Idiom konstitutiv sind.“ (Brandtstädter 2001, S. 60)

5.2.3 Zusammenhänge zwischen Effekterzeugung, Effektwahrnehmung und Handlungsregulation

Auch auf die Entwicklung der Fähigkeit zur Handlungsregulation wirkt sich das Wechselspiel aus Effekterzeugung und Effektwahrnehmung aus. In der Kognitionsforschung wird davon ausgegangen, dass erlernte Handlungselemente über diesen Vorgang in Form von *senso-motorischen Einheiten* kodiert werden. Beim Erlernen einer Sequenz unterscheidet Hummel vier Zustände (vgl. Abbildung 43):

[86] Einen in diesem Zusammenhang interessanten Überblick über Wortklassen zur Beschreibung von Verhaltensweisen geben Fiedler et al. (1994, besonders S. 30f.). Sie unterscheiden diese Wortklassen u. a. danach, wie stark kontextabhängig sie sind.

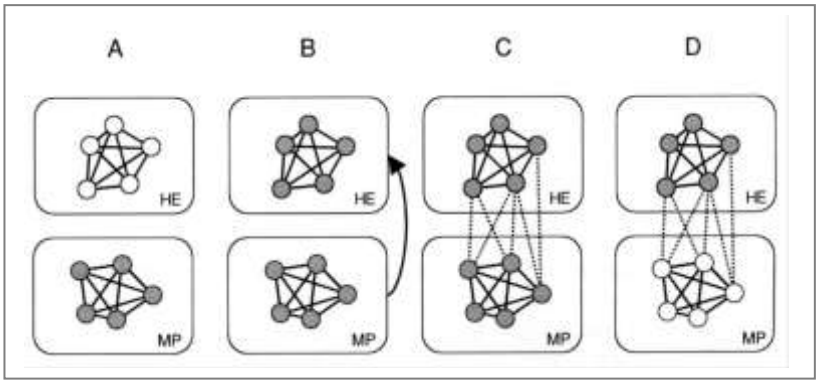


Abbildung 43: Die Logik der Entstehung senso-motorischer Strukturen zur Handlungskontrolle (in: Hummel 2006, S. 543)

Im ersten Kontakt mit dem Gegenstand erzeugt eine Aktion (motorisches Programm, MP) einen Handlungseffekt (HE; in der Abbildung symbolisieren die dunklen Kreise Verbindungsknoten zwischen Handlungselementen). Wird der Effekt als mit der Aktion verbunden wahrgenommen, entsteht ein „aktivierter Kode“ (Zustand B). Wird wiederholt eine Kopplung der Handlung mit denselben Effekten erfahren (Zustand C), entstehen stabile Assoziationen zwischen beiden („senso-motorische Struktur“, Hummel 2006, S. 543). In der Folge kann der Handelnde den Effekt gezielt herbeiführen, und er kann ihn in einer Handlungsplanung in abstrakter Form aktivieren (Zustand D). Die senso-motorische Struktur stellt eine kognitiv gut verarbeitbare Repräsentation der Handlungs-Effekt-Koppelung dar. Das „motorische Programm kann nun durch Antizipation (d. h. interne Aktivierung) seiner Handlungseffekte aktiviert werden.“ (ebd.) So wird die Fähigkeit, real ausgeführte Handlungsschritte durch innere Probehandlungen zu ersetzen, aufgebaut und damit eine Grundlage für die Fähigkeit zur Planung einer Handlung gelegt. Außerdem werden Prozesse der Handlungsregulation gelernt. Dazu gehören die Gliederung der Handlung in Teilschritte, das Speichern der Information, welche Teilschritte schon ausgeführt wurden, das Aufrechterhalten des Aufmerksamkeitsfokus´ gegen ablenkende Reize und das Aufrechterhalten der Zielorientierung (vgl. Kluwe 2006, S. 525 f.). Die neuronale Forschung kann bei Personen, die das gelernt haben, „Verzögerungsneuronen“ nachweisen, die vom Aktivieren eines Teilschrittes bis zu seiner Erledigung feuern und damit das Abarbeiten eines Plans gegen Störeinflüsse sichern (vgl. Engelkamp 2006, S. 427).

Neben diesen Befunden der Entwicklungspsychologie wird ein Zusammenhang zwischen Handeln und Persönlichkeitsentwicklung auch in der Pädagogik hergestellt, dort unter dem Begriff der „elementaren Handlungen“.

5.2.4 Zum Begriff der elementaren Handlung

Die „elementare Handlung“ ist in der Allgemeinen Pädagogik ein häufig verwendeter und oft diskutierter Begriff. Oben wurde bereits auf Klafkis Studie zum Elementaren als Problemfeld in der Pädagogik verwiesen und eine erste inhaltliche Annäherung geleistet. An dieser Stelle soll der Begriff genauer bestimmt werden, da er in der Formel „elementare technische Handlung“ in der Fachdidaktik regelmäßig Aufnahme findet.

Elementar als Bezeichnung für Grundeinheiten

Das Attribut „elementar“ bezeichnet in Kategorisierungen diejenigen Elemente, die sich ergeben, wenn von Einzelheiten immer weiter zu Grundelementen abstrahiert wird. Weinert etwa verwendet die Bezeichnung „elementar“, um Begriffe als sprachliche Grundeinheiten zu kennzeichnen. „Begriffe sind elementare Wissenseinheiten. Sie ermöglichen klassifizierendes Erkennen und sind mit spezifischen Verhaltenseinstellungen verbunden“ (Weinert 1996, S. 213). Er leitet „elementare kognitive Operationen“ ab, die die Grundlage für das Benennen von Zuständen bilden (Selektion, Vergleich, Transformation usw.; ebd.). Das Beispiel zeigt, wie der Begriff des Elementaren dazu genutzt werden kann, einen Sachverhalt in Einheiten zu zerlegen. Dieser Ansatz wird beispielsweise in der neurologisch orientierten Handlungsforschung verfolgt, wo Bewegungen in „elementare motorische Komponenten“ unterteilt und dann nach beteiligten Motoneuronen und Muskelgruppen untersucht werden (Lerch 2001, S. 71). Dörner setzt ähnlich an, für ihn bestehen Handlungen „aus bestimmten elementaren Einheiten (Muskelbewegungen), die zu mehr oder minder komplizierten, raumzeitlich organisierten Gebilden zusammengefasst sind.“ (Dörner 1987, S. 35)

In diesem Kontext wird eine Problematik der Elementarisierung deutlich. Mit der Abstraktion geht Bedeutung verloren, sodass die Grundelemente nur noch mit großen Verlusten auf ihren realen Kontext zurückgeführt werden können. Das Spezifische einer Handlung kann eben nicht, wie Dörner anzudeuten versucht, als Muskelkontraktion verstanden werden. Metzner-Szigeth schreibt dazu: „Unabhängig von aller möglichen systemischen Geschlossenheit des Handelns und Kommunizierens sind diese Tätigkeiten keineswegs etwas Selbstzweckhaftes, im Sinne elementarer Operationen, die unabhängig von menschlichen Akteuren und den Funktionen, die sie für diese erfüllen, betrachtet werden könnten. Sie sind an die Existenz von Menschen (und ihre sozialen und ökologischen Existenzbedingungen) gebundene Operationen, die Bedürfnisse und die Möglichkeiten ihrer Befriedigung vermitteln.“ (Metzner-Szigeth 2010, S. 150 f.)

Schulte nutzt den Begriff in ähnlicher Weise. Indem er als Aufgabe von Technischer Bildung das „Durchschaubarmachen von elementaren Strukturen der Technik in den verschiedenen Bereichen, wie z. B. Freizeit, Haushalt, Öffentlichkeit, Beruf, Betrieb und Arbeit [...]“ sieht (Schulte 1986, S. 9), formuliert er den emanzipatorischen Anspruch an Technikunterricht, er müsse Kinder in die Lage versetzen, wichtige Grundformen der technisch geprägten Alltagswelt zu kennen und sich in ihnen eigenständig bewegen zu können.

Elementar als bildsame Kategorie einer Sache

Eine zweite Verwendung bezieht sich explizit auf Bildungsprozesse. Als elementar wird dort ein Sachverhalt verstanden, der exemplarisch für vieles andere steht und dem ein Bildungsgehalt dadurch erwächst, dass das Andere in der Beschäftigung mit dem Einen mitgelernt werden kann. Dies führte in einigen pädagogischen Strömungen zu einem regelrechten Formalismus. Fröbel beispielsweise begründet die Auswahl seiner „Spielgaben“ mit ihrer Repräsentanz elementarer Formen. Als erstes Spielzeug für Kinder empfiehlt er den Ball: „Der Ball zeigt und ist in seiner äußeren Erscheinung *nur* eine einzige Fläche. Der Ball ist begrenzt durch eine überall ganz auf gleiche Weise in sich selbst geneigte Fläche, ohne Hervortretung irgend einer Linie, irgend eines Punktes. Man kann darum vom Ball sagen, *er ist ein in sich überall gleichmäßig abgeschlossenes Ganzes*.“ (Fröbel 1999, S. 81) Aus diesen Überlegungen heraus entfaltet er eine erzieherische Wirkung des Balls. Der bilde durch seine vollendete Geschlossenheit „das allgemeine Abbild jedes Gegenstandes“, er befriedige den Trieb des Kindes, „in jedem Dinge Alles zu schauen und aus jedem Dinge Alles zu machen“. Im Greifen des Balls werde das Kind erzogen „zum richtigen *Behandeln* auch anderer Dinge“ (alle drei Zitate: a. a. O., S. 75). Hier wird dem Elementaren eine erzieherische, persönlichkeitsstärkende Wirkung zugesprochen, eine Argumentation, der in der Geschichte der „Technischen Elementarerziehung“ ein fester Platz gehört. Engelbert beispielsweise leitet aus zwei „Urfunktionen“ handwerkliche und technische Funktionen ab. Als Urfunktionen postuliert sie *das Ruhen*, das dem Gesetz des Gleichgewichts folgt, und *das Bewegen*, das dem Gesetz der Dynamik unterliegt. Daraus entwickelt sie eine Abfolge der Inhalte technischen Elementarunterrichts: Erkennen der Urfunktionen, Einleiten einzelner Funktionen, Einleiten funktioneller Wirkungszusammenhänge (vgl. Engelbert 1954, S. 73 f.). Hier wird nach formalen Gesichtspunkten eine Struktur entwickelt, die ihren Reiz aus ihrer Klarheit zieht. Es wird aber nicht wirklich danach gefragt, was denn „das Elementare“ daran für die Technische Bildung sein soll, geschweige denn für das technisch handelnde Kind. Letztlich wird versucht, ein grundlegendes Prinzip zu entwickeln, dem dann ein „großer Erziehungs-

wert“ zugesprochen wird (a. a. O., S. 9). Begründet wird von der Sache aus (die geometrische Form bei Fröbel, die Urfunktionen bei Engelbert), nicht vom Kind aus.

Elementar als Synonym für „vom Anfänger her“

Ein dritter Verwendungszusammenhang bezeichnet als elementare technische Handlung alles, was grundlegend neu für eine Person ist. Wenn Senioren zum ersten Mal im Internet surfen, vollziehen sie elementare technische Handlungen. Nebenbei: Unter der Überschrift „Immer mehr Senioren tauschen sich im Internet aus“ berichtet *heise online*, dass 2008 laut einer Studie der öffentlich-rechtlichen Sender erstmals mehr Über-60-Jährige online waren als Unter-20-Jährige (Deker 2008). Ein schneller technologischer Wandel führt zwangsläufig zu zahlreichen elementaren Technikerfahrungen. Der Nutzer sucht sich dabei eigene Wege durch die „eingebauten und eingeschriebenen Handlungsanweisungen“ der Sachsysteme (Hörning 1988, S. 53).

Auch im Technikunterricht, besonders in dem der Grundschule, wird Ersterfahrungen mit Dingen ein elementarer Charakter zugesprochen. Ullrich und Klante verbinden beispielsweise erfinderische Tätigkeiten von Schülern mit der Entwicklung grundlegender Problemlösefähigkeiten. „In der elementaren Form des Konstruierens, die beim Grundschulkind in der Anfangsphase vorherrscht, fallen Planen und Ausführen noch zusammen. [...] Mit dem Aufbau und der Entwicklung technischer Operationen und technischen Wissens löst sich aber das Planen allmählich vom Ausführen und wird selbständig. Im Technikunterricht sollte das vorhergehende Denken, das Vorausplanen des Lösungsweges, in seinen Lehr- und Lernprozessen entschieden gefördert werden.“ (Ullrich und Klante 1973, S. 11)

5.2.5 Zusammenfassung

In einem handelnden Umgang mit Gegenständen steckt ein Lernpotential, das in seiner Bedeutung bislang nicht ausreichend berücksichtigt wird. Die geistige Entwicklung des Menschen ist auf die Auseinandersetzung mit der Objektwelt angewiesen. Es liegen stabile Kenntnisse aus unterschiedlichen Wissenschaftsbereichen vor, dass dabei das kategoriale Wahrnehmen der Welt und die Fähigkeit, diese Wahrnehmung sprachlich darstellen zu können, aufgebaut werden. Darüber hinaus scheint das Handeln mit Objekten ein unabdingbarer Lernweg zu sein, Fähigkeiten wie das innere Probehandeln und das antizipierende Planen aufzubauen. Ohne den immer wieder durchgeführten Abgleich zwischen Absicht, Aktion und Effekt können sie offenbar nicht gelernt werden. Da ohne diese Fähigkeiten komplexe Handlungen nicht planvoll verwirklicht werden können, muss das zweckorientierte Handeln

mit Gegenständen als fundamentale Lernphase in Bildungsprozessen verstanden werden[87]. Das sich hartnäckig haltende Urteil, dabei handle es sich um ungeistige Vorgänge, vermeidbare Umwege in Lernprozessen, erweist sich erneut als Fehlurteil. Wer die Erkenntnis- und Strukturierungsleistungen im intentionalen Vorgehen nicht entdeckt, wird auch die Bedeutung technischen Handelns für die Persönlichkeitsentwicklung nicht verstehen können.

Der in der Pädagogik für diesen Zusammenhang häufig verwendete Begriff des *Elementaren* beschreibt in seinen Verwendungsvarianten einzelne Aspekte. Insgesamt ist er aber so vielschichtig, so schwer zu fassen, dass sich ein behutsamer Umgang damit empfiehlt. Wo es um Anfangsformen technischen Handelns von Kindern geht, wird in dieser Arbeit daher der Begriff des *fundamentalen technischen Handelns* bevorzugt (vgl. auch Kapitel 3.2.3).

5.3 Intentionale Selbstentwicklung und Selbstwirksamkeitserfahrungen

Im Zentrum von Bildungsprozessen stehen das Kind und seine Auseinandersetzung mit der Wirklichkeit. Das allgemeinbildende Schulwesen sieht sich aus der humanistischen Tradition heraus nicht allein dazu verpflichtet, Werte und Seinsbestände der Kultur in nachkommenden Generationen zu tradieren. Es betrachtet das Recht eines jeden Kindes und Jugendlichen auf Entwicklung all seiner Fähigkeiten und seiner Eigenständigkeit als konstitutiv. *Fähigkeiten* werden von Keller und Novak als „personenbezogene, organismische und psychische (im Gegensatz zu situationsabhängigen) Voraussetzungen einer Handlung, Tätigkeit oder Leistung“ beschrieben (Keller und Novak 1983, S. 114). Wenn sie Voraussetzungen von Handlungen sind, selbst aber in Handlungen entwickelt werden, stellt sich die Frage, wie dieser wechselseitige Entwicklungsprozess aufgebaut wird.

5.3.1 Zwei Dimensionen intentionaler Selbstentwicklung

Nach Brandtstädter vollbringen Kinder und Jugendliche, wenn sie Absichten verwirklichen und dabei Widerstände überwinden oder scheitern, zwei Leistungen: Sie entwickeln die Fähigkeit, Intentionen hartnäckig zu verfolgen, und sie beginnen mit zunehmendem Alter, diesen Entwicklungsprozess gezielt voranzubringen. Er geht davon aus, dass Kinder dazu über eine Wert- und Zielorientierung verfügen müssen. Diese wird unter gesellschaftlichem Einfluss angestoßen, von Normen gelenkt, muss aber persönlich erarbeitet und ausgestaltet wer-

[87] Um Fehlinterpretationen vorzubeugen: Von der Bedeutung des zweckhaften Handelns für Bildungsprozesse bleibt diejenige anderer Tätigkeiten unberührt. Hier sollen nicht zweckorientiert-handelnde, kognitive, ästhetische oder kontemplative Erfahrungen gegeneinander ausgespielt werden, sondern die Bedeutung einer Form, die bislang unterschätzt wurde, herausgearbeitet werden. Das Ausspielen wäre schon deshalb abseitig, weil technisches Handeln auch Anteile der anderen genannten Tätigkeiten enthält.

den. Er sieht als wichtigen Schritt die Herausbildung „epistemischer Strukturen zu Abläufen, Bedingungen und Veränderungsspielräumen“ (a. a. O., S. 83). Förderlich dafür sind stabile und realistische Kontroll- und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen.

Sein Ansatz baut auf der Vorstellung auf, dass das Selbst ein Konstrukt ist, das jeder Mensch im Laufe seines Lebens aufbaut und das einer ständigen Überarbeitung unterliegt. Fuhrer zu diesem Identitätsverständnis: „Identitätsbildung endet nicht [...] in einer stabilen Ich-Formation, sondern ist eine lebenslange Transaktion.“ (Fuhrer 1999, S. 108) Hier setzt auch die Theorie des *Selbstkonzeptes* an.

5.3.2 Zum wissenschaftlichen Konstrukt des Selbstkonzeptes

Ihre Ursprünge liegen im symbolischen Interaktionismus und in dessen Vorstellung, dass sich schon Kinder als Subjekt und als Objekt verstehen können – letztes erst dann, wenn sie gelernt haben, Rückmeldungen auf ihre Person aus der Sicht anderer zu betrachten und somit erkennen können, dass es eine symbolische Repräsentation ihrer selbst gibt. Oerter skizziert die wissenschaftliche Genese des Begriffes „Selbstkonzept“. Demnach geht auf Lewis und Brook die Unterscheidung zwischen einem existentiellen und einem kategorialen Selbst zurück (vgl. Oerter 2002, S. 214). Während das existentielle Selbst in der Unterscheidung zum Nicht-Ich gebildet wird, nehmen Kinder ab etwa dem zweiten Lebensjahr wahr, dass sie Mädchen oder Junge sind, dass sie ein bestimmtes Alter, einen individuellen Namen haben – sie bestimmen ihr Selbst anhand bestimmter Kategorien. Ab der späten Kindheit, ab etwa 9 Jahren, nimmt sich ein Kind differenziert wahr. Es beginnt, zwischen Anstrengung („Ich habe des gekonnt, weil ich mir Mühe gegeben habe.“) und Fähigkeit („Ich habe das gekonnt, weil ich gut mit der Säge umgehen kann.“) zu unterscheiden. Damit wird die emotionale Komponente von Könnenserfahrungen in ihrer Wirkung verändert, sie wird mit dem Leistungsbegriff verbunden (vgl. dazu Reisenzein 1994, S. 126).

Die Schule übernimmt eine prägende Funktion bei der Ausgestaltung des Selbstbildes. Über die Leistungsbewertungen, und auch über den Fächerkanon, bietet sie ein gesellschaftlich normiertes Kategoriensystem an. G. Binder kann zeigen, dass Grundschulkinder zwischen 9 und 10 Jahren diese kategoriale Einteilung gezielt nutzen, um selbstwertgefährdende Leistungsattributionen zu „entschärfen“. Sie glichen in ihrer Selbstdarstellung Schwächen im schriftsprachlichen Bereich durch Stärken in anderen Bereichen aus, beispielsweise im sportlichen oder im künstlerischen (Binder 2010).

Amelang nimmt an, dass in einem entwickelten Selbstkonzept deskriptive Elemente wie Geschlecht, Eigenarten und bei Erwachsenen der Beruf, und evaluative Elemente (Bewertungen in Leistungsbereichen) integriert sind (Amelang 2006, S. 410). Eine Struktur des Selbstkonzeptes, der bis heute Gültigkeit zugewiesen wird, wurde 1976 von Shavelson vorgeschlagen.

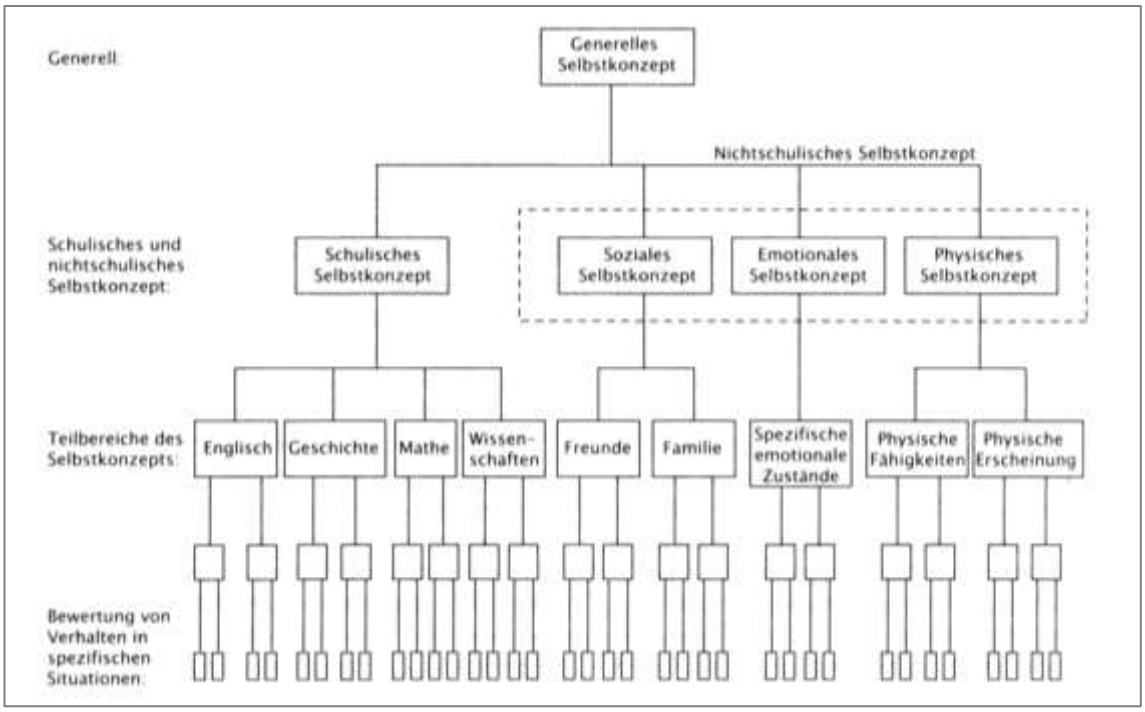


Abbildung 44: Hierarchische Struktur des Selbstkonzeptes bei Shavelson (in: Amelang 2006, S. 408)

Abgebildet sind das undifferenzierte generelle (auch: globale) Selbstkonzept und die bereichsspezifischen Konzepte, die in schulischen, sozialen, emotionalen und physischen Erfahrungen ausgeprägt werden. Auf der untersten Ebene finden sich Selbstbewertungen, die mit zunehmender Persönlichkeitsentwicklung immer feiner ausdifferenziert werden.

Ein ausschließlich globales Selbstkonzept würde beträchtliche Risiken für die Persönlichkeit eines Kindes bedeuten. Ein mit einem positiv geprägten globalen Selbstbild ausgestattetes Kind könnte sich zwar zuversichtlich neuen Situationen stellen – kritisch könnten allenfalls Selbstüberschätzungen werden. Ein hohes Risiko für die Selbstwahrnehmung und für die Handlungszuversicht steckt dagegen in der Vorstellung eines negativen globalen Selbstkonzeptes. Dann würden negative Könnenserfahrungen selbstbildbestätigend eingeordnet und positive durch die Attribution auf externe Ursachen abgewertet, etwa mit der Annahme, dass die Aufgabenstellung zu leicht gewesen sei oder dass der Erfolg auf Glück basiere.

5.3.3 Ergebnisse empirischer Forschung zum Selbstkonzept

Entsprechende Effekte wiesen Seligman et al. Mitte der 1970er Jahre nach und bauten auf ihren empirischen Beobachtungen die Theorie der *erlernten Hilflosigkeit* auf. Ihre Grundannahme ist, dass bei häufigen Misserfolgserlebnissen ein stabiles Bild persönlicher Unfähigkeit aufgebaut wird, das sich prägend auf andere Leistungsbereiche, auch auf solche, die bisher noch gar nicht abgerufen wurden, auswirkt. Das heißt, dass eine nach Teilbereichen des Selbstkonzeptes und nach zeitlichen Maßstäben indifferente negative Kontrollüberzeugung aufgebaut wird.

Stiensmeier-Pelster überprüfte, wie sich Ursachenzuschreibungen auf Kontrollüberzeugungen von Kindern auswirken. Zu besonders negativen Selbstbewertungen führen nach seiner Studie Situationen, in denen Kinder einen Misserfolg auf Ursachen zurückführen, die sie meinen, beeinflussen zu können (internale Ursachen, z. B. mangelnde Anstrengung; Stiensmeier-Pelster 1994, S. 196). Die Selbstabwertung wirkt dabei umso prägender, je häufiger solche Zuschreibungen auftreten. Schneewind beschreibt diesen Lerneffekt folgendermaßen: „Es handelt sich um eine in vielen unterschiedlichen Situationen gelernte subjektive Überzeugung, dass man letztlich besser daran tut, gar nicht erst davon auszugehen, dass man durch Eigeninitiative und Aktivität auch Einfluss auf das Verhalten des anderen ausüben kann.“ (Schneewind 1983, S. 141).

Im umgekehrten Fall führen Handlungserfahrungen, bei denen ein *Erfolg* auf internale Ursache zurückgeführt wird, zu positiven Kontrollüberzeugungen – Schneewind spricht von „Selbstverantwortlichkeitserfahrungen“ (a. a. O., S. 145; dort wird auch auf empirische Studien verwiesen, die diesen Zusammenhang bestätigen).

Diesen Zusammenhang nutzt die sogenannte *Attributionstherapie*. „Ziel ist es, Klienten positive Ereignisse auf stabile und interne Ursachen und negative Ereignisse auf variable und externe Ursachen zurückführen zu lassen mit der Erwartung, dass für Erfolge vermehrte intern-Attributionen angenehme **Affekte** bedingen und verstärkte Stabilitätsattributionen **Erfolgserwartungen** für künftiges Handeln verursachen.“ (Haisch 1987, S. 16) Haisch untersuchte in mehreren Studien die Wahrscheinlichkeit, mit der Verhalten auftritt, wenn über mehrere Handlungsstationen Erfolg bzw. Misserfolg erfahren wurde. Er nennt Zusammenhänge, in denen ein Handelnder häufig zur selben Ursachenzuschreibung von Erfolg oder Misserfolg kommt, „langfristige Kausalketten“ (a. a. O., S. 30). Er bestätigt damit die Ergebnisse von Stiensmeier-Pelster zum Ausstrahlen häufig auftretender Erfahrungen in einem Bereich auf andere Bereiche und auf die globale Selbstwahrnehmung. Bei kurzfristigen Ketten

dagegen weist er eine deutliche Tendenz nach, dass sich Personen als Reaktion auf einen Misserfolg stärker bemühen – sie fühlen sich in diesem Fall zu neuen Anstrengungen herausgefordert.

Stahlberg et al. differenzieren weiter, indem sie den Aspekt des Grades an Elaboration eines Leistungsbereiches und die Auswirkungen externer Rückmeldung einbeziehen. Sie konnten Belege dafür finden, dass Personen in Bereichen, in denen sie über keine oder wenig Erfahrungen verfügen, sich durch externe Rückmeldung stärker beeinflussen lassen als in Bereichen, in denen sie bereits über ein elaboriertes Selbstbild verfügen. Dort, wo die Probanden eine stabile Einschätzung ihrer Fähigkeiten haben, wurden selbstbildkonsistente Rückmeldungen affektiv stärker bewertet als divergierende – überraschenderweise selbst dann, wenn die Rückmeldungen positiver ausfielen als das Selbstbild (vgl. Stahlberg et al. 1997, S. 447).

5.3.4 Zusammenfassung

Sowohl die Theorie des *Selbstkonzeptes* als auch die der *intentionalen Selbstentwicklung* bauen darauf auf, dass ein Selbstbild eine veränderbare Repräsentation der eigenen Person ist. Beide Ansätze gehen davon aus, dass die Veränderungen in einer Ausdifferenzierung des vorhandenen Bildes von sich selbst bestehen. Grundlage dafür sind Erfahrungen, die die Person in der handelnden Auseinandersetzung mit der Umwelt macht. Dabei ist bedeutsam, von welchen Instanzen die Rückmeldung erfolgt. Bei Personen spielt die Signifikanz eine Rolle (Eltern, Lehrer, Freunde). Eine besondere Überzeugungskraft besitzen Effekte, die an Gegenständen bewirkt werden. Ihnen wird eine objektive Eindeutigkeit zuerkannt.

Ein Teil des Selbstkonzeptes wird kategorial differenziert, man könnte auch sagen, in nach Handlungsbereichen unterschiedenen Fähigkeiten. Es wird umschlossen von einem generellen Selbstkonzept, in dem sich die Person als Einheit wahrnimmt. Positive und negative Könnenserfahrungen sind den Kategorien zugeordnet, strahlen aber auch über deren Grenzen hinaus.

Wie Könnenserfahrungen in das Selbstbild integriert werden, hängt wesentlich davon ab, ob Erfolg oder Misserfolg auf externe oder interne Ursachen attribuiert werden und wie elaboriert das Selbstkonzept bereits ist. Vereinfachend kann gesagt werden, dass positive Könnenserfahrungen, die auf Anstrengung und auf eigene Fähigkeiten zurückgeführt werden, dazu führen, dass ein positiv geprägtes Selbstbild in den entsprechenden Bereichen, aber auch global aufgebaut wird. Je mehr solcher positiver Attributionen vorliegen, desto realistischer werden in folgenden Handlungen eigene Fähigkeiten eingeschätzt.

Die Veränderung des Selbstkonzeptes geschieht nicht nur unbewusst. Es gibt deutliche Hinweise darauf, dass Personen einzelne Handlungsbereiche als Entwicklungsaufgaben auffassen und gezielt versuchen, sich darin Fähigkeiten anzueignen. Dort, wo eine Person keine Zuversicht hat, ihre Entwicklung positiv beeinflussen zu können, reagiert sie mit selbstschützenden, Probleme verschleiernden, aber auch mit selbstgefährdenden Veränderungen ihres Selbstbildes.

5.4 Technikunterricht: Lernen in zweckrationalen Handlungszusammenhängen

Gegenstand Technischer Bildung ist die Technik als kulturelles Phänomen. Darin eingeschlossen sind die *menschlichen Bedürfnisse*, die eine technische Handlung auslösen, die *technischen Artefakte*, die geschaffen werden, um die Bedürfnisse zu befriedigen, die *Handlungen*, die zu den Artefakten führen und diejenigen, mit denen sie genutzt werden. Ähnliche Beschreibungen des Gegenstandsbereichs finden in Ropohls „Allgemeiner Technologie“[88], in den Zielperspektiven des Technikunterrichts, wie sie Sachs entworfen hat (z. B. in Sachs 1979), in Nölkers Rückgriff auf die Drei-Ebenen-Theorie[89] von Linke und Tuchel (Nölker 1976) oder in den VDI-Standards für den mittleren Bildungsabschluss (VDI 2007, S. 7).

Technisches Handeln ist nie alternativlos, es ist „bezogen auf humane, ökonomische und ökologische Ziele ein Handeln im Zielkonflikt. Der Kompromiss ist wesentliches Merkmal realisierter Technik.“ (Sachs 2005, S. 2). Auch in diesem Sinn ist es *Gestaltungshandeln*. In der Entscheidung, welche Variante letztendlich umgesetzt wird, müssen die verschiedenen Interessen, Wünsche, die existenziellen Berechtigungen der Betroffenen und die Folgen der Handlung berücksichtigt werden. Technik kann demnach nicht wertneutral sein.

Technikunterricht sollte diesen Entscheidungs- und Gestaltungsprozess, der in begrenzenden Rahmenbedingungen stattfindet, verstehbar machen, wenn er Technik in ihrer Besonderheit in den Mittelpunkt rücken möchte. Nicht die schnelle (vorgegebene) Lösung, sondern das Austarieren der Vor- und Nachteile verschiedener Varianten muss dann das unterrichtliche Geschehen bestimmen. Der die Auseinandersetzung auslösende Bedarf muss präzisiert werden, es müssen geeignete Verfahren und Mittel gesucht und Wege ausprobiert werden, mit der „widerständigen“ Realität umzugehen, Lösungen müssen im Hinblick auf die Ziele und

[88] Zur Verbindung seiner technikwissenschaftlichen und didaktischen Absichten: Ropohl (2003).
[89] Die drei Ebenen sind die gesellschaftlich-politische, die der technologischen Verfahren und die der technischen Gegenstände. Es sei hier die Reihenfolge dieser Auflistung hervorgehoben, die nicht mit dem beginnt, was die Ingenieurwissenschaften üblicherweise als ihr Kerngeschäft verstehen.

mögliche Folgen bewertet werden. Die technische Fragestellung ist primär die *finale*, die mit dem Fragepronomen „wozu" gestellt wird, und nicht die kausale, die nach dem Warum. Um ein Beispiel von Mackeprang zu verwenden: Die Frage, *warum* ein Knopfloch in einem Hemd ist, führt zu der Antwort „Weil es jemand hineingeschnitten hat." Die Frage, *wozu* das Knopfloch da ist, verweist dagegen auf den finalen Charakter technischer Gestaltungen: Um zwei Stoffe ohne weitere Hilfsmittel so verbinden zu können, dass sie wieder getrennt werden können (Mackeprang 2010).

Heinrich Roth nennt Beispiele, mit denen der finale Charakter der Technik in den Mittelpunkt von Bildungsprozessen geholt werden kann, „Werdensbrennpunkte". Sie dienen nicht dazu, Schüler technische Verwirklichungen nacherfinden zu lassen, sondern um „Erkanntes wieder in Erkennen, Erfahrungen wieder in Erfahrnis, Erforschtes wieder in Forschung, Geschaffenes wieder in Schaffen aufzulösen." (Roth 1999, S. 158; Erstveröffentlichung 1957). Diese Rückführung eines Sachsystems in die mit ihm verbundene Handlung ermöglicht das *Verhaken von Kind und Gegenstand* (a. a. O., S. 157), wodurch der Blick auf die zweite Dimension von Bildung geöffnet ist: auf die sich bildende Persönlichkeit – im doppelten Wortsinn. Sie soll und möchte sich Bildungsgut aneignen, sie soll und möchte sich aber auch selbst herausbilden, ihren *unteilbaren Selbst-Stand* erfahren und entwickeln, sich so in die Gesellschaft einfinden, dass sie ihre persönlichen Veranlagungen entfalten kann. Die Intentionen eines Schulfaches müssen sich danach hinterfragen lassen, inwiefern sie einen Gewinn für die Persönlichkeitsentwicklung der Lernenden darstellen. Hier schließt sich ein Kreis zu Brandtstädters Ansatz der intentionalen Selbstentwicklung, denn mit ihm können Aspekte eines allgemeinbildenden Technikunterrichts beleuchtet werden, die über den Gegenstandsbereich hinaus das Feld der Persönlichkeitsentwicklung betreffen.

5.4.1 Die Entwicklung zweckgerichteten Handelns

Damit eine Person Intentionen gezielt und planvoll verwirklichen kann, muss sie diese in konkrete Ziele übersetzen. Dazu müssen drei Leistungen bewältigt werden: Die Bedeutung der Handlung muss durch die Person selbst konkretisiert und expliziert werden (semantische Spezifikation); es müssen Kriterien formuliert werden, mit deren Hilfe über Erfolg, Teilerfolg oder Misserfolg geurteilt werden kann (kriteriale Spezifikation); und es müssen geeignete Maßnahmen, Mittel und Verfahren bestimmt und auf ihre Erreichbarkeit hin bewertet werden (prozedurale Spezifikation; Brandtstädter 2001, S. 107 f.). Letztes setzt „[...] Wissen über Bedingungen und Folgen der Verwirklichung bestimmter Zustände als auch die Kennt-

nis spezifischer Implikations- und Voraussetzungsstrukturen [voraus], wie sie etwa für den Aufbau von Fertigkeiten aus Teilfertigkeiten bedeutsam ist [...]“ (a. a. O., S. 108). Dieses Wissen wird über Erfahrungen aufgebaut und als kognitiv repräsentierte „Handlungspfade“ gespeichert. Mit zunehmender Erfahrung werden nicht nur die Pfade situativ-inhaltlich ausdifferenziert (Sachwissen zum Gegenstand der Handlung, Wissen über Operatoren, Wissen über die beeinflussenden Bedingungen), sondern auch allgemeine Fähigkeiten zum Strukturieren einer Handlung und zu logisch-rationalen Problemlöseformen entwickelt. Brandtstädter gibt einen Überblick über „Etappen“ dieser Entwicklung (vgl. a. a. O., S. 58 ff.):

- Ab einem Lebensalter von etwa drei Monaten kann nachgewiesen werden, dass Kinder eigene Aktivitäten und deren Effekte geistig verknüpfen können.
- Mit einem halben Jahr agieren Kinder mit Dingen und zeigen dabei deutlich Freude, wenn ihnen etwas gelingt. Sie scheinen Lust daran zu empfinden, ihren Körper und Dinge zum Funktionieren zu bringen.
- Ab eineinhalb Jahren erkennen Kinder den in Gegenständen steckenden Angebotscharakter für bestimmte Handlungen. Hier liegt der Beginn der gezielten, zweckbezogenen Werkzeugverwendung. Ab etwa dem zweiten Lebensjahr können Kinder bei durch Werkzeugnutzung erzeugten Handlungseffekten sicher zuordnen, welcher Teil des Effektes auf das Werkzeug zurückgeht.
- In dieser Zeit lassen Kinder auch erkennen, dass sie die Qualität eines Handlungsergebnisses einzuschätzen versuchen, wobei sie erkennbar von der Qualität des Produktes auf ihre eigene Leistung rückschließen. Sie suchen nun gezielt Situationen, in denen sie ihre Fähigkeiten erfolgreich einsetzen können. Sie setzen sich vermehrt gegen Störungen zur Wehr, oft auch gegen Hilfsangebote. Das weist darauf hin, dass für sie nicht unbedingt das Produkt im Vordergrund stehen muss, sondern dass sie das Beherrschen der „Aufgabe“ anstreben.

Bühler benannte die Freude, die Kinder zeigen, wenn sie den eigenen Körper beherrschen, als „Funktionslust“. Analog kann man bei Kindern eine Funktionslust benannt werden, die sich darauf bezieht, dass sie einen Gegenstand zum Funktionieren bringen. Diese Form der Funktionslust ist bis ins Erwachsenenalter zu beobachten, wie man beispielsweise in technischen Museen beobachten kann, wo Besucher lange Wartezeiten in Kauf nehmen, um dann durch das Drücken eines Knopfes denselben Effekt auszulösen, den schon ihre Vorgänger hervorbrachten.

5.4.2 Die Funktion von Gegenständen bei der Entwicklung zweckgerichteten Handelns

Brandtstädter stellt über diese Motivlagen hinaus eine persönlichkeitsentwickelnde Funktion des Handelns mit Gegenständen heraus. „Aus der Integration von Objekten und Werkzeugen in Handlungsabläufe entwickelt sich [...] ein Verständnis indirekter, vermittelter Kontrolle, womit auch der ontogenetische Ausgangspunkt für ein nach person- und kontextseitigen Ressourcen differenziertes Kontrollbewusstsein gesetzt ist [...]“ (a. a. O., S. 69). Kinder, die im Agieren mit Objekten fundamentale *technische* Handlungserfahrungen machen, sammeln demnach gleichzeitig fundamentale *personale* Handlungserfahrungen. Möller sieht vergleichbare Zusammenhänge. Das Kind erfährt beim Handeln mit Dingen „den Erfolg oder Nicht-Erfolg seines Tuns am eigenen ‚Leib‘, über körperliche Erlebnisse und über sichtbare, gegenständliche Ergebnisse seines Handelns. Dabei nimmt das Kind sich selbst wahr als ein in die Umwelt ‚eingreifendes‘ und ‚veränderndes‘ Subjekt. Das Erleben der ‚Folgen‘ des Tuns bereitet den Weg vor für die Verantwortung des eigenen Handelns.“ (Möller 1987, S. 315 f.)

Henning et al. betonen besonders die wechselseitige Abhängigkeit von gezielter Effekterzeugung an Objekten und dem Aufbau eines grundlegenden Verständnisses für Intentionalität. Nicht nur selbst erzeugte Effekte sind dabei relevant, sondern auch die anderer Handlungssubjekte. Für Säuglinge repräsentieren Handlungseffekte zunächst die Ziele der beobachteten Handlung, erst allmählich lernen sie, zwischen den Effekten und den dahinterliegenden Absichten zu unterscheiden. Um dieses leisten zu können, muss das Kind die Fähigkeit entwickeln, das Kontinuum einer Handlung in Sequenzen zu unterteilen. „Die Strukturierung des Bewegungsflusses in sinnvolle Einheiten stellt daher eine essenzielle Voraussetzung für die Zuweisung von spezifischen semantischen Bedeutungen zu diesen einzelnen Handlungseinheiten dar.“ (Henning et al. 2009, S. 237) Das Erlernen des allgemeinen Verständnisses für Subjekt-Objektbeziehungen ist, so die Autorinnen, daran gebunden, dass die Kinder sich als „intentionale Agenten“ (a. a. O., S. 238) erleben. Sie lernen „den konzeptuellen Zusammenhang zwischen konnotativen (Wünsche, Intentionen) und epistemischen (Wissen, Überzeugungen) mentalen Zuständen“ (a. a. O., S. 234), sie lernen, zwischen ihren subjektiven Annahmen und den objektiven Gegebenheiten eines Sachverhaltes zu unterscheiden und sie entwickeln, wo ihr eigenes Handeln mit der Beobachtung des Handelns anderer gekoppelt ist, zwischen unterschiedlichen Beobachtungsperspektiven zu unterscheiden (vgl. ebd.).

Die Zusammenhänge zwischen zweckverfolgendem Handeln und Persönlichkeitsentwicklung sind so elementar, dass sie in Lerntheorien eine grundlegende Bedeutung einnehmen müssten. Dem Technikunterricht wächst damit „eigentlich“ eine wesentliche Aufgabe bei der Entwicklung des konzeptuellen Selbstbildes und allgemeiner Handlungsfähigkeiten von Schulkindern zu – *eigentlich* steht in Anführungszeichen, weil es die didaktische Forschung nur bedingt in der Hand hat, den Stellenwert des Technikunterrichts in der allgemeinen Pädagogik real zu verbessern.

5.5 Zusammenfassung und Beantwortung der Forschungsfragen

Materielle Dinge dienen dem Handelnden als Quelle der Rückmeldung zu seiner Wirksamkeit. Vor allem in Entwicklungsphasen, in denen die Persönlichkeit großen Veränderungen unterworfen ist, wirkt sich dieser Sachverhalt stark aus. Gegenstände wirken als neutrale, unbestechliche und damit objektive Rückmeldeinstanz, anders als bewertende Personen. Zusätzlich wirkt vorbildhaft, wenn andere Personen bestimmte Dinge beherrschen. Kinder erfahren die emotionale Aufladung von Gegenständen („persönliche Objekte“) und ihre altersgraduierte Zuordnung über Beobachtungen und Rückmeldungen des Umfeldes. Sie verstehen das Einbinden von Gegenständen in die Handlung (soziotechnische Integration) als Entwicklungsaufgabe.

Die Antwort auf die Frage, welche Funktion dem Handeln mit Gegenständen in der Persönlichkeitsentwicklung zukommt, kann daher zum einen an der Materialisierung der Effekte und Emotionen am Objekt festgemacht werden. In ihr werden Fähigkeiten und Zuschreibungen sichtbar. Zweitens lernen Kinder und Jugendliche die kulturellen Muster zu lesen, die dem Hantieren mit bestimmten Dingen zugeschrieben werden. Neben der „Sprache der Dinge“ lernen Handelnde die „Sprache der Ding-Symbole“ zu differenzieren und aktiv damit umzugehen. Drittens lernen sie dadurch, dass signifikante Personen auf ihr Agieren mit Gegenständen emotional reagieren, dass das Handeln mit Dingen eine soziale Dimension hat. Es kann dazu eingesetzt werden, Kommunikation herzustellen, sodass gefolgert werden kann, dass technisches Handeln personale und soziale Anteile der Persönlichkeit beeinflusst.

Eng damit verbunden ist die Frage, welcher Einfluss technischem Handeln auf die Entwicklung genereller Handlungsfähigkeiten zugeschrieben werden kann. Im zweckorientierten Handeln mit Gegenständen entwickelt sich das Verständnis des Menschen für finale Zusammenhänge. Objekte werden als „Wozu-Dinge“ erfahren, die Dingwelt wird handelnd als Ordnungsgefüge erkannt. Über Erfahrungen zunächst der zufällig erzeugten, dann der gezielt

herbeigeführten Effekt werden senso-motorische Strukturen aufgebaut, denen eine erhebliche Bedeutung beim Aufbau der generellen Planungs- und Handlungsfähigkeit zugesprochen wird. Technischem Handeln kommt damit eine wesentliche Funktion beim Aufbau des kategorialen Selbstkonzeptes einer Person zu.

Ab etwa eineinhalb Jahren ist die motorische und kognitive Entwicklung so weit vorangeschritten, dass Kinder technisches Handeln absichtsvoll einsetzen, um ihr Selbstkonzept auszudifferenzieren. Neben den von außen an sie herangetragenen Aufgaben, bestimmte Handlungen altersangemessen zu beherrschen, gibt es einen Drang „von innen heraus“, Objekte in das Handeln zu integrieren. Dies wirkt wie ein individuelles Lernprogramm zum Aufbau intentionaler Fähigkeiten. Wer Kinder beim unermüdlichen Lernen des selbstständigen Umgangs mit Gegenständen beobachtet, erhält einen direkten Einblick in die Wirksamkeit solcher „Programme“. Beispiele dafür sind das Lernen des Essens mit Besteck, des Telefonierens, des Fahrradfahrens, des Fußballspielens, des Spielens von Musikinstrumenten, des Skatebordfahrens.

6 Technische Handlungen von Kindern – eine deskriptiv-phänomenologische Untersuchung

6.1 Zum Rahmen des Forschungsinteresses

Das bis hierhin entwickelte wechselseitige Verhältnis von der sich mit der Persönlichkeit entwickelnden Fähigkeit zum technischen Handeln und der sich im technischen Handeln entwickelnden Persönlichkeit bietet Erklärungen für die eingangs erwähnte Begeisterung von Kindern und Jugendlichen für Technikunterricht. Es fehlt aber bisher ein direkter Blick auf das technische Handeln von Kindern.

Hier wird zunächst der Rahmen des weiteren Forschungsinteresses abgesteckt, dann werden leitende Forschungsfragen und die methodische Vorgehensweise geklärt. Anschließend werden die Daten dargestellt und analysiert.

6.1.1 Das Hervorbringen als Moment des Menschlichen

Dass Technik als „Moment der Kultur“ (Fischer 2004, S. 57) gesehen wird, ist keine Selbstverständlichkeit. Die Auffassung, der technische Zugriff auf die Welt sei ein der Not gehorchender und damit ein dem rein geistigen Zugriff gegenüber minderwertiger, lässt sich bis in die antike Philosophie nachweisen. Dort wird dem der Polis dienenden Handeln ein hoher ideeller Wert zugeschrieben, dem auf Zweckerfüllung gerichteten dagegen ein geringer – im Grunde wird ihm sogar ein Eigenwert abgesprochen. In der „Nikomachischen Ethik“ unterscheidet Aristoteles das (ethische) Handeln, das seinen Zweck in sich trägt (Praxis), von dem (hervorbringenden) Handeln, dessen Zweck außerhalb seiner selbst liegt (Poiesis): „Denn das Hervorbringen hat ein Endziel außerhalb seiner selbst, beim Handeln aber kann dies nicht so sein, denn wertvolles Handeln ist selbst Endziel.“ (Aristoteles et al. 1983, S. 1140a 30 - b 15) Die Geringschätzung für technisches Handeln, die aus Aristoteles´ Worten spricht, kann nicht allein aus einer idealistischen Überhöhung der „Praxis“ erklärt werden[90]. Sie resultiert, das darf nicht unterschätzt werden, auch aus den Werten einer auf Sklavenarbeit aufgebauten Gesellschaft. Christes zeigt am Beispiel des römischen Lohnwesens, wie sehr die gesellschaftliche Anerkennung von Tätigkeiten vom Status des Ausführenden abhing. Zu den *artes liberales* („den Künsten also, die eines Freien würdig galten [...]“; Christes 1975,

[90] Eine interessante Gegenüberstellung des Praxis-Begriffes bei Aristoteles und dem Begriff der „freien Tätigkeit“ bei Marx ist in Lemke (2007, besonders S. 77 ff.) zu finden.

S. 1) wurden keine Arbeiten gerechnet, die Sklaven ausführten – sie galten als minderwertig. Das ging so weit, dass überall dort, wo gebildete Sklaven „freie" Tätigkeiten ausübten, eigenartige Konstrukte geschaffen wurden. Christes zeigt das am Beispiel von Lehrtätigkeiten, die Sklaven nur in Form von Hausunterricht durchführen durften, für den sie als *Fest*angestellte ein „salarium" erhielten. Freie Bürger dagegen konnten in der Öffentlichkeit lehren, und handelten, ihrem *freien* Status gemäß, von Fall zu Fall ein „honorarium" aus (a. a. O., S. 6).

Zur weiteren historischen Entwicklung, eingeschlossen der gesellschaftlichen Ungerechtigkeit, die mit der Geringschätzung hervorbringender Tätigkeiten einhergehen, kann bei Buchheim (1990), Sachs (1988) oder Ropohl (2009) nachgelesen werden. Der Einfluss auf die Wahrnehmung der Technizität des Menschen in den Geisteswissenschaften ist bei Hubig zusammengefasst (Hubig 2011a).

Dass die Gestaltung der Welt nicht einfach eine Akkumulation zweckdienlicher Handlungen, sondern auch Ausdruck der menschlichen Geistigkeit ist, wird erst mit der Entwicklung der philosophischen Anthropologie und des Existenzialismus systematisch herausgearbeitet. Weniger die Vorstellung des Menschen als Mängelwesen (etwa bei Scheler und Gehlen), die sehr wohl in die Logik der Praxis-Poiesis-Trennung eingepasst werden könnte, führt dabei zu einem Verständnis der menschlichen Technizität, als vielmehr die Feststellung seiner Weltoffenheit und seiner Exzentrizität. Insbesondere Schelers Werk „Die Stellung des Menschen im Kosmos" (Scheler 1983) könnte unter dieser Fragestellung neu gelesen werden. Er entwickelt die Folgen der grundlegenden Freiheit des Geistes „von der physiologischen und psychischen Zuständlichkeit des menschlichen Organismus, unabhängig von seinen Triebimpulsen [...]" (a. a. O., S. 40). Während das Tier seine Umwelt nur entweder als lebensfreundlich oder als „Widerstandszentrum" erlebe, *hat* der Mensch Gegenstände (vgl. a. a. O., S. 41). Er *hat* sie im Sinne von *in Distanz zu sich selbst gestellten Objekten*. Die Vorstellung des Menschen als „Neinsagenkönners" (a. a. O., S. 55) hebt seine Fähigkeit (und auch seine Aufgabe) zur Weltgestaltung hervor. Anders als das Tier nimmt er die Wirklichkeit nicht so hin, wie sie ist, sondern formt sie nach seinen Vorstellungen und Interessen. Scheler betont, dass Leib und Geist nicht als getrennte, nebeneinander existierende Kategorien aufgefasst werden dürfen, wenn man das Besondere am menschlichen Handeln verstehen will. Aus dem Infragestellen der Gestalt der Welt wächst die Frage, wie sie stattdessen sein könnte. Daraus entsteht der Drang, sie zu verstehen und zu verändern. Im weltgestaltenden Handeln lernt der Mensch, „die *essentiellen* Beschaffenheiten und Aufbauformen der Welt an je *einem* Bei-

spiel der betreffenden Wesensregion miterfassen.“ (A. a. O., S. 51) Das Handeln mit Gegenständen ist in diesem Verständnis nicht nur eine Weltveränderung, sondern auch ein Weg zur Welt- und Selbsterkenntnis.

6.1.2 Poiesis in der Pädagogik

Mit der Aufklärung verbreitet sich auch in der Pädagogik der Gedanke, dass Technik für den Menschen mehr bedeutet als Dinge hervorzubringen, die seinen Alltag sicherer oder bequemer machen – das *Welt-Ergreifende* wird nun hinter der Technik gesehen. In „Emile“ dreht Rousseau die aristotelische Wertung geradezu um, wenn er die geistige Leistung in der werktätigen Arbeit betont und sie über gewisse Formen der rein geistigen Auseinandersetzung mit der Welt stellt. „Wenn ich einen Jungen, anstatt ihn fortwährend über den Büchern sitzen zu lassen, in einer Werkstatt beschäftige, so arbeiten seine Hände zum Vorteil seines Geistes: er wird ein Philosoph, trotzdem er sich nur für einen Handwerker hält. Endlich bringt diese Uebung auch noch andere Vorteile, deren ich weiter unten erwähnen werde; und man wird sehen, wie man sich von philosophischen Spielereien zu den wahren menschlichen Tätigkeiten zu erheben vermag.“ (Rousseau 1912, S. 312)

In der Folge wird die Bedeutung des gestalterischen Tuns in der Pädagogik neu entwickelt. Pestalozzis „Gelenkübungen“ sollen zu einer Selbst-Bewusstwerdung durch Körpererfahrung führen. Fröbel sieht im spielerischen Umgang mit elementaren Grundformen eine Möglichkeit, die Welt tätig anzuschauen. Bei beiden dient der handelnde Zugang nicht der Zerstreuung des Geistes, sondern der Welterkenntnis und der sittlichen Formung des Charakters. In den Phasen der Industrieschulen (ab Mitte des 19. Jahrhunderts), des Handfertigkeitsunterrichts und der Arbeitsschulbewegung ist die hervorbringende Tätigkeit als Verfahren gedacht, um bei Kindern allgemeine Tugenden wie Fleiß und Genauigkeit fördern zu können. Wiesmüller beschreibt die Intentionen, die besonders die Arbeitsschulbewegung mit technischem Handeln verbindet, in einer Bandbreite von der Förderung geistiger Selbsttätigkeit, dem Verständnis von Handarbeit als zur Menschenbildung gehörenden Tätigkeit, einer Vorbereitung auf die Arbeits- und Berufswelt bis hin zur Erzeugung wirtschaftlicher Güter in „Produktionsschulen“ (Wiesmüller 2006, S. 40). Nur Gaudigs reformpädagogisch-praktischer Ansatz, in dem die ‚freie geistige Selbsttätigkeit‘ durch die Bewährung im praktischen Handeln gefördert werden soll, steht allerdings konsequent für den Gedanken einer Welt- und Selbsterschließung durch zweckerfüllendes Handeln.

Heute dominieren im Spektrum der Schulfächer diejenigen, die keine materiellen Hervorbringungen zum Gegenstand haben:

„Poietische Fächer“	**Fächer ohne materielle Hervorbringungen**
Technik, Textiltechnik, Hauswirtschaft, *Kunst*	*Deutsch, Fremdsprache 1,* Fremdsprache 2, *Mathematik,* Geschichte, Erdkunde, Sozialkunde, Biologie, Chemie, Physik, *Ethik /Religion, Sport, Musik*

Tabelle 9: Vergleich poietische und nicht-poietische Schulfächer

Hier sind Standardbezeichnungen für die Schulfächer gewählt, sie können je nach Bundesland abweichen. Die Fächer, die bis auf wenige Ausnahmen in allen Altersstufen und in allen Schularten unterrichtet werden, sind kursiv formatiert. Sowohl von der Quantität als auch vom Pflichtcharakter fällt ein Schwerpunkt bei den Fächern auf, bei denen die geistige Auseinandersetzung nicht an die Hervorbringung von Gegenständen gekoppelt ist. Dabei sind Stundenkontingente noch nicht berücksichtigt.

Betrachtet man unabhängig von der Fächerzuordnung Unterrichtsformen, die poietischen Charakter haben, bei denen Kinder einen Gegenstand hervorbringen, den sie dann am Ende auch nutzen (oder einer Nutzung übergeben), so können als Beispiele Projektunterricht, Schülerfirmen oder Eigenfibeln im Bereich des Lese- und Schriftspracherwerbs genannt werden.

Außer allgemeinen Bekenntnissen zur Bedeutung handlungsorientierten und für Schüler bedeutsamen Lernens ist aus den Bildungswissenschaften heraus in den vergangenen Jahren keine nennenswerte Unterstützung für poietischen Unterricht erkennbar. Technische Bildung ist auf außerschulische Unterstützung angewiesen. Beispiele dafür sind Lernwerkstätten und Technikcamps von Hochschulen (z. B. Fislake und Kohlhage 2007 oder Binder 2012b), Kooperationen mit Verbänden, Vereinen und Stiftungen (z. B. der AK Technik und Bildung[91] des VDI, der VDIni-Club, „Jugend forscht“, „Schüler experimentieren“, die Stiftung „Haus der kleinen Forscher) und vieles mehr (zum Überblick: Acatech 2011 und 2009). Diesen Projekten haftet dann auch das grundsätzliche Defizit an, dass sie nicht in ein durchgängiges Bildungskonzept eingebunden sein können, da sie nur partiell und nur für wenige Schüler angeboten werden.

[91] Ein Beispiel für konkrete Schulprojekte: Hartmann (2013).

6.1.3 Das Interesse an fundamentalen technischen Handlungen im Rahmen dieser Studie

Die dargestellte Bedeutung des technischen Handelns für Kinder sollte sich in konkreten Handlungen beobachten lassen. Besonders der Ansatz der intentionalen Selbstentwicklung wird als für die Technikdidaktik bedeutsam angesehen, da er eine Art natürliches Lernprogramm zur Entwicklung technischer Handlungsfähigkeiten einer Person postuliert: Kinder, Jugendliche und Erwachsene verstehen das Beherrschen eines Problems, das oft genug ein technisches ist, als persönliche Entwicklungsaufgabe. Unter dieser Annahme sollte die didaktische Forschung über Kenntnisse darüber verfügen, zunächst sehr allgemein formuliert, *wie* Kinder beim technischen Handeln vorgehen.

Dies führt zu drei ersten Präzisierungen des weiteren Interesses: Es richtet sich zunächst auf alltäglich vorkommendes zweckorientiertes Handeln. Fragen dazu können am besten über das Beobachten von *Handlungen* beantwortet werden. Zweitens schließt das nicht nur Spielhandlungen aus, sondern auch Handlungen, in die aus forschungsstrategischen Gründen besondere Probleme „eingebaut“ wurden. Der Idealfall bestünde in einer Beobachtung *technischer Handlungen* von Kindern im Sinne einer Feldstudie. Drittens interessieren Handlungsweisen, die noch nicht durch systematischen Technikunterricht überformt sind. Sie zeigen die Ergebnisse der persönlichen Auseinandersetzung mit der Welt der Sachsysteme – letztlich also den Stand der technischen Sozialisation. Sie sollten von den Kindern als alltäglich vorkommende Handlung verstanden werden, Lösungswege durch die sich stellenden Schwierigkeiten sollten ohne gesonderte Instruktion zu finden sein. Das verlangt Handlungsanlässe, die von ihrem Schwierigkeitsgrad dem Entwicklungsstand der Kinder angemessen sind, die an ihrer Lebenswelt ansetzen und die sie zur Entwicklung und Umsetzung neuer Lösungswege herausfordern.

6.2 Forschungsinteresse und Fragestellungen des deskriptiv-phänomenologischen Teils der Studie

Neben der geistigen Strukturierung von Welt ist ihre geistig-materialisierende Gestaltung eine wichtige Dimension von Bildung. Sie zielt letztlich auf die Handlungsfähigkeit der Schüler ab, womit domänenspezifische Fähigkeiten und solche im gesellschaftspolitischen Sinn gemeint sind (die Fähigkeit zur Anpassung der Umwelt an die Bedürfnisse der Person, zur Anpassung der Person an die Bedürfnisse der sozialen Umwelt und die Kommunikationsfähigkeit; vgl. Möller 1987, S. 74). Im Kompetenzbegriff, und damit zusammenhängend in

dem der Performanz, stellt das tatsächliche Umsetzen des Gelernten in eine Handlung eine zentrale Bestimmungsgröße dar, sodass das Forschungsinteresse auch vor dem Handlungsverständnis der aktuellen, „kompetenzorientierten" Bildungspolitik zentrale Fragestellungen untersucht[92].

Zweitens ist Handlungsorientierung ein grundlegendes didaktisch-methodisches Prinzip für Lernprozesse. Durch das Handeln mit einem Unterrichtsgegenstand soll eine geistige Auseinandersetzung in Gang gesetzt und aufrechterhalten werden. Drittens beziehen sich Bildungsziele, die auf die Bewältigung von Alltagsproblemen gerichtet sind, darauf, dass es zu einer handelnden Umsetzung kommt. Und viertens ist Handeln ein konstitutives Element der Technik und damit selbst Gegenstand von Technikunterricht. Dies spiegelt sich in den Methoden des Faches wieder, die in Teilen an den oben dargestellten technischen Handlungsbereichen ausgerichtet sind (Konstruktionsaufgabe, Fertigungsaufgabe usw.).

Sachs beschreibt die Intentionen des Schulfaches Technik folgendermaßen: „Der Technikunterricht ist der Versuch, die Technik in den Bildungshorizont des Menschen zurückzuholen, den einzelnen Menschen als potentiellen und tatsächlichen Urheber und Verwender von Technik zu stärken und ihn in die Verantwortung für die Entwicklung der Technik zu nehmen." (Sachs 2005, S. 8) In diesem Sinn kann als Leitziel des Technikunterrichts in der Handlungsdimension formuliert werden: Technische Bildung fördert die Entwicklung des *eigenständig, kompetent* und *verantwortlich handelnden Menschen.* Darin steht sie im Kontext der humanistisch geprägten Allgemeinbildung. Sie soll das schwerpunktmäßig in Bezug auf das Handeln in der Technosphäre anstreben, also in Fragen der *zweckmäßigen Gestaltung der Lebensumwelt*. „Eigenständig" meint, dass Schülerinnen und Schüler, auf ihren Fähigkeiten aufbauend, diese im Technikunterricht so weiterentwickeln können, dass sie sich in der technischen Welt orientieren, sie mitgestalten und ihr Handeln und das anderer bewerten können. „Kompetent" meint, dass sie, ihren Möglichkeiten entsprechend, nach den *Regeln der technischen Kunst* handeln können, auf der Grundlage technischen Wissens und Könnens. Eine wichtige Voraussetzung dafür ist, dass sie gelernt haben, ihre Umwelt geistig zu strukturieren. Wissen und Können müssen im Kompetenzbegriff als Einheit verstanden werden. „Verantwortlich" meint, dass sie nicht nur das unmittelbare Ergebnis ihres Handelns

[92] Einen Überblick über die „Karriere" des Kompetenzbegriffs geben aus unterschiedlichen Blickrichtungen Schmayl (2013, besonders S. 28 ff.) und Gnahs (2007, besonders S. 22 ff.).

bewerten können, sondern den Blick auf dessen Auswirkungen auf die Handlungsumwelt weiten und die Folgen vor allgemeinen, überindividuellen Maßstäben bewerten können[93].

Nun ist der in der Technosphäre verantwortlich handelnde Mensch aber nicht nur eine Zielperspektive des Unterrichts, sondern auch sein Ausgangspunkt. Wenn Unterrichtsinhalte für Kinder bedeutsam werden sollen, muss eine Verknüpfung zu ihrer Lebenswirklichkeit, zu ihrer Weltsicht und zu ihrer Art und Weise der Weltaneignung und -gestaltung hergestellt werden. Wie sie handeln *sollen*, ist über das Methodenrepertoire des Faches relativ klar umrissen. Dazu, wie sie es tatsächlich tun, existieren bislang nur rudimentäre Kenntnisse.

6.2.1 Was ist das „Kinder-Werk“? Zur „empirischen Lücke“ in der Technikdidaktik

Wessels konstatiert 1969: „Unser Fach hat es versäumt, [...] eine auf exakter Forschung begründete kind- und entwicklungsgemäße Form zu finden [...]. Ohne das sichere Wissen um das, was eigentlich das ‚Kinder-Werk‘ ist, wie es entsteht, wie es sich im Wachsen des Kindes wandelt, schwanken die Zielsetzungen der Werkerziehung zwischen den geschichtlichen Extremen hin und her: Wir haben bei der Betrachtung der Lehrpläne erkannt, dass auch in der Gegenwart die Stofffülle des Faches wie zur Zeit des Handfertigkeitenunterrichts fast ausschließlich zusammengehalten wird durch Denkschemata, die ursprünglich aus dem Handwerk übernommen wurden [...]“ (Wessels 1969, S. 141).

Seit dieser Bestandsaufnahme ist es der didaktischen Forschung gelungen, wichtige Fragen zum Gegenstandsbereich des Faches und zu seinen Methoden und Medien zu klären. Was aber das „Kinder-Werk“ dabei ist, und wie es sich in der Entwicklung vom Schuleintritt bis zur Schwelle zum Berufsleben entwickelt: Darüber wissen wir bis heute noch wenig. Didaktische Forschung muss auf einem Theoriengebäude aufbauen, das dürfte unzweifelhaft sein. Wenn die Theorie jedoch nicht an der Realität überprüft wird, bleibt ihre Aussagekraft enger begrenzt als nötig. Klafkis Äußerung zum Zusammenhang zwischen episodischen Einzelfällen und dem „Allgemeinen“ in Bildungsprozessen kann durchaus auf die Bedeutung empirischer Forschung ausgeweitet werden: „Die je einzelnen Gegebenheiten, Gefühle, Forderungen, Aufgaben, werden nur wahrhaftig begriffen und bewältigt, wenn sie von übergreifenden, ‚allgemeinen‘ Gehalten her verstanden werden. Bildend kann das Allgemeine nur werden, wenn es den Bezug zum Konkreten wahrt, wenn es sich im und am Konkreten unmittelbar als fruchtbar erweist.“ (Klafki 1964, S. 35). Im Bereich technischer Handlungen ist das

[93] Vergleichbares findet sich in den Kompetenzen technischer Bildung des VDI: Technik konstruieren und herstellen, Technik nutzen, Technik verstehen, Technik bewerten und Technik kommunizieren (vgl. VDI 2007 und Schlagenhauf 2002).

Entwickeln didaktischer Modelle ohne ausreichende empirische Validierung, das muss so ungeschminkt formuliert werden, „state of the art“. Sehr deutlich lässt sich das im Bereich der Methoden des Faches erkennen, die teilweise auch Modellvorstellungen zu technischen Handlungen darstellen (Konstruieren, Fertigen, Instandhalten, Recyceln). Hier orientieren sich die Vorschläge für die Unterrichtsorganisation weniger an der Vorgehensweise der Kinder als an einer Theorie des Lernprozesses und an erkenntnistheoretischen Überlegungen.

6.2.2 Zur historischen Entwicklung der Methoden des Technikunterrichts

Einen Überblick über die Entwicklungsgeschichte des Methodenrepertoires des Technikunterrichts geben hauptsächlich sechs Publikationen: „Didaktik allgemeinbildenden Technikunterrichts“ (Schmayl 2013), die empirische Studie „Das Methodenrepertoire von Lehrerinnen und Lehrern des Faches Technik“ (Bleher 2001), „Technikunterricht“ (Schmayl und Wilkening 1995), „Das Experiment im Technikunterricht“ (Schmayl 1981) und die beiden Bände „Unterrichtsverfahren im Lernbereich Arbeit und Technik“ (Wilkening et al. 1977) und „Technische Bildung im Werkunterricht“ (Wilkening 1970). Bis auf die zuletzt genannte Monographie konzentrieren sich die Autoren auf die Darstellung der groben Entwicklungslinie der Methodenvarianten hin zu dem heute vorliegenden Repertoire und auf die mit der jeweiligen Methode bevorzugt zu erreichenden Ziele (am ausführlichsten bei Bleher 2001, aber auch bei Henseler 1996, Helling 1992 und Wilkening 1981). Außerdem werden Ordnungssysteme für die Methoden entwickelt, zuletzt von Schmayl (2013, S. 213 ff.)[94], der sie nach *Gegenstandsdimensionen* und *Lernrichtungen* gliedert. Lediglich bei Wilkening (1970) findet sich eine Darstellung, wie die *Verlaufsstruktur* der Methoden entwickelt wurde. Er benennt drei Einflüsse.

Der Einfluss der Methodologie des Industrial Design

Eine erste Quelle war ein Vorschlag für die „Verlaufsform spezifisch technischer Prozesse“ (Wilkening 1970, S. 198), die im Bereich des Industrial Design entwickelt worden war. Aus einem Vergleich der Verlaufsphasen von drei Designmethoden wurden *vier Phasen des Erkenntnis- und Problemlöseprozesses* herausgearbeitet: die Problemanalyse, die Informationsphase, die Entwurfsphase und die Herstellung. In einer auf Bonsiepe zurückgehenden Synopse stellt Wilkening dar, welche Teilprozesse den vier Phasen zugeordnet wurden. Die folgende Tabelle zeigt Bonsiepes Zusammenstellung, ergänzt um Wilkenings Phaseneinteilung:

[94] Zu den Ursprüngen von Schmayls Methodengliederung: Schmayl (1981, S. 275 ff.).

<table>
<tr><th>„I.</th><th>II.</th><th>III.</th><th>Wilkening</th></tr>
<tr><td>1. Definition des Problems</td><td>1. Programmieren (planen)</td><td>1. Vorbereitungsphase (Abgrenzung des Problems)</td><td>1. Produktanalyse</td></tr>
<tr><td>2. Prüfen aller möglichen Variablen der Konstruktion und der Außenwelt, die auf eine Maschine wirken</td><td>2. Sammlung von Informationen</td><td>2. Informationsphase (Sammlung der relevanten Daten)</td><td rowspan="2">2. Informationsphase</td></tr>
<tr><td>3. Ermittlung der Auflagen (gesetzliche Vorschriften, Normen), Aufstellung d. Entwurfsanforderungen</td><td>3. Analyse der Subprobleme und Faktoren</td><td>3. Bewertungsphase (Definition der Funktion des Produktes)</td></tr>
<tr><td>4. Erarbeitung des Grundkonzepts</td><td rowspan="4">4. Synthese der optimalen Lösung</td><td rowspan="6">4. Schöpferische Phase (Finden von weniger kostspieligen Art und Weisen, dieselbe Funktion zu erfüllen)</td><td rowspan="7">3. Entwurfsphase</td></tr>
<tr><td>5. Analyse des Vorhandenen (Historischer Überblick der Vorläufer der betreffenden Maschine)</td></tr>
<tr><td>6. Übersicht der Zulieferer</td></tr>
<tr><td>7. Optimierung der Konstruktion</td></tr>
<tr><td>8. Detailkonstruktionen</td><td rowspan="5">5. Entwicklung in Form von Detaillierung und Modellbau</td></tr>
<tr><td>9. Kostenkalkulation</td></tr>
<tr><td>10. Beschaffung</td></tr>
<tr><td>11. Prototypen</td></tr>
<tr><td>12. Testen der Prototypen</td><td>5. Auswahlphase (Auswahl aus einer Reihe von Alternativvorschlägen)</td></tr>
<tr><td>13. Entwicklung zur Produktionsreife</td><td>6. Kommunikation u. Dokumentation</td><td>6. Durchführungsphase (Verwirklichung des ausgewählten Vorschlages)“</td><td>4. Herstellung</td></tr>
</table>

Tabelle 10: Vergleich der Phasen des Designprozesses (Bonsiepe 1967, zitiert nach Wilkening 1970, S. 198) und Wilkenings Phasen des Erkenntnis- und Problemlöseprozesses

Die Phasen des Design- und des Erkenntnis- und Problemlöseprozesses können nicht eindeutig und überschneidungsfrei zugeordnet werden, die Abgrenzungen lassen sich aber doch nachvollziehen. Vor allem wird deutlich, wie stark Wilkening mit seinen vier Phasen die Vielfalt der drei Vorlagen zusammenfasst. So werden die „Informationsphase“ und die „Bewertungsphase“ der Methode III mit den Schritten „Prüfen aller möglichen Variablen [...]“ und „Ermittlung der Auflagen [...,] Aufstellung der Entwurfsanforderungen“ der Methode I assoziiert und zur „Informationsphase“ vereinigt. Dadurch, und das ist für das Verständnis der weiteren Analyse wichtig, werden *unterschiedliche inhaltliche Aspekte*, aber auch *unterschiedliche Entscheidungs- und Bewertungsvorgänge* mit einer begrifflichen Klammer gefasst. Zum *Informieren* gehören nun Vorgänge wie das Sammeln, das Prüfen und das Ermitteln von Rahmenbedingungen, aber auch das Bewerten des Gesammelten, nämlich dort, wo

von der Relevanz von Daten die Rede ist.[95] Beachtet werden sollte, dass Wilkening nicht von Unterrichtsphasen spricht, sondern von einem Versuch, den Erkenntnisprozess beim Lösen technischer Probleme zu strukturieren.

Der Einfluss der didaktischen Forschung der Polytechnik

Als zweite Quelle zieht Wilkening eine Zusammenstellung von Frankiewicz heran, in der er eine Untersuchung zur Methodologie der Technik mit einer zum problemorientierten polytechnischen Unterricht im Bereich des Konstruierens vergleicht (Frankiewicz 1967). Er nennt das Ergebnis seines Vergleichs „Strukturschema" (zitiert nach Wilkening 1970, S. 200) und nicht Verlaufsphasen – auch das wird noch zu erörtern sein. Seine Strukturelemente sind „Problemfindung", „Ableitung einer technischen Aufgabe", „Ausarbeitung einer Lösungsidee" und „technische Realisierung". Die Übereinstimmung mit den aus der Methodologie des Designprozesses herausgearbeiteten Phasen ist deutlich erkennbar.

Der Einfluss der Unterrichtsforschung des technischen Werkunterrichts

Drittens stützt sich Wilkening auf Modelle, die Breyer, Sellin und Prescher auf der Basis von Unterrichtsversuchen erarbeiteten. Hier sei das von Breyer zitiert, weil es die deutlichsten Abweichungen zu den beiden zuvor genannten Ansätzen enthält. Er unterscheidet vier Phasen eines Unterrichts:

„ 1. Analyse der Problemstellung,
2. Aktualisierung vorhandener Elemente zur Lösung des Problems,
3. Probehandlungen,
4. Systembildung (1. Stufe: System zur Lösung des aktuellen Problems
2. Stufe: Systeme zur Lösung gleichartiger oder ähnlicher Probleme)."

(Breyer 1967, S. 4, zitiert nach Wilkening 1970, S. 202)

Die beiden mittleren Phasen, aber auch die gesamte Zielrichtung, ist grundsätzlich anders ausgerichtet als bei den zuvor genannten Ansätzen: Nach der Untersuchung der Problemstellung wird eine Bestandsaufnahme durchgeführt, in der bereits durchlaufene Handlungen daraufhin überprüft werden, inwiefern sie auf das neue Problem übertragbar sind. Nun folgt eine Phase, in der sich die Schüler ausprobierend im Problemraum bewegen. Abschließend

[95] Es muss hier erwähnt werden, da in der Folge das Handlungsschema der auch von Wilkening entwickelten Methoden des Technikunterrichts analysiert wird, dass Wilkening sehr transparent vorgeht, indem er seine Quellen und seine konzeptionellen Überlegungen offenlegt. Die Probleme, die die Methoden in ihrer heutigen Form bergen, entstanden erst später, als, so viel sei vorweggenommen, auf Wilkenings *Reduktionsvorgang* nicht mehr zurückgegriffen wurde. In den späteren, stark komprimierten Darstellungen (Ausnahmen s. u.) wurde nicht mehr konkretisiert, was unter den Oberbegriffen der Phasen jeweils subsummiert wurde. Dass dies nachvollzogen werden kann, ist Wilkenings wissenschaftlich sauberer Vorgehensweise zu verdanken.

folgt ein wesentlicher Anlass für die Auseinandersetzung der Schüler mit der jeweiligen Problemstellung: Sie sollen das Allgemeine hinter ihren Erfahrungen erkennen, und zwar einmal auf das konkrete Problem, zweitens auf vergleichbare Sachverhalte bezogen.

Ein Vergleich der drei Modellvorstellungen

Die Ansätze des Industrial Design, das muss zunächst festgehalten werden, sind wissenschaftliche Konzeptionen von Prozessen technischer Entwicklung. In dieser Aussage sind zwei Bestimmungen enthalten, die bei der Übertragung auf Lernprozesse beachtet werden müssen. Erstens sind sie von Spezialisten für Spezialisten gemacht. Sie bauen darauf auf, dass Erwachsene mit ihnen arbeiten, die zu hohen Abstraktionsleistungen fähig sind und die über zahlreiche Erfahrungen in ihrem Fachgebiet verfügen. Zweitens stellen sie Modelle aus der Technikentwicklung dar, die keineswegs ohne Passungsprobleme auf andere Handlungsbereiche übertragbar sind. Auch Frankiewicz verwendet als Grundlage Modellvorstellungen aus Konstruktionsprozessen. Das ist insofern nachvollziehbar, als das Konstruieren als Sinnbild für Technik gesehen werden kann, wie Tuchel das beispielsweise tut (s. o.). Der Ansatz, wissenschaftlich-disziplinäre Modelle zur Konzeption allgemeinbildenden Technikunterrichts zu nutzen, ist aber nur unter Vorbehalt geeignet. Probleme entstehen durch die nur teilweise Passung von Konstruktionen und Verwendungen bzw. Auflösungen, aber auch dadurch, dass sich die zugrundegelegte Modellvorstellung auf das Problemlösen in stark institutionalisierten Zusammenhängen bezieht.

Die Ansätze, die direkt von Lernprozessen von Kindern und Jugendlichen ausgehen, sind die von Breyer, Sellin und Prescher. Dort wird von einer für die Schüler konkreten Problemstellung ausgegangen und ein Weg entwickelt, der ihnen eine eigenständig handelnde Auseinandersetzung ermöglicht. Am Ende erst steht bei ihnen die Systematisierung des angeeigneten Wissens. Bei Frankiewicz ist dieser Lernweg geradezu auf den Kopf gestellt. Zu Beginn sollen das Problem geklärt, alle nötigen Informationen eingeholt und mit ihrer Hilfe eine Lösungsvariante erarbeitet werden. Diese wird anschließend „realisiert“, so als ob eine Handlung in der Ausführung eines abstrakten Plans bestünde. Die „Systembildung“ steht so *vor* der Handlung. Das bedeutet, dass die Schüler darauf angewiesen sind, dass ihnen das System von „außen“, also durch die Lehrkraft, vorgegeben wird. Sie können dann nur noch ein *Expertenmodell* nachvollziehen und nicht mehr die Wirklichkeit selbst erkennen, strukturieren und gestalten. Außerdem werden Bedingungen, Lernwege und Ziele eines Lernprozesses nicht sauber unterschieden, sodass das Ablaufschema nur bedingt geeignet ist, Lernvorgänge zu organisieren. Allerdings muss beachtet werden, dass Frankiewicz nicht von einem Pha-

senverlauf spricht, sodass von einer allgemeinen Struktur ausgegangen werden sollte, in der Konstituenten einer Sache und ihre logischen Beziehungen zueinander dargestellt sind, und nicht von einer Reihenfolge der Abarbeitung. Das müsste eine Analyse des Originaltextes klären.

Bemerkenswert ist die Rolle, die Lehrkräften in diesen beiden unterschiedlichen Ansätzen zugedacht wird. Liegt sie bei Breyer zu Beginn der unterrichtlichen Auseinandersetzung im Beobachten und geduldigen Abwarten, so besteht sie bei Frankiewicz im Bereitstellen eines Inputs und erst gegen Ende im Beobachten und Helfen. Dies kann zu Unterrichtssituationen führen, wie sie in der Einleitung als Anstoß für diese Studie genannt wurden: Schüler fragen mitten in eine Theoriephase hinein: „Wann fangen wir endlich an?“ Dass sie damit auch Ausgleich zu analytisch-instruierendem Unterricht suchen, dass die rein physische Betätigung bequemer sein kann als eine geistige Auseinandersetzung, dass sich in dieser Frage eine Erwartungshaltung an eine bestimmte Form von Technikunterricht wiederspiegelt: All diese Aspekte müssen mitbedacht werden – trotzdem scheint die Frage der Schüler ein intuitives Verständnis für den Zusammenhang zwischen Wissen und Handeln zu beinhalten.

Methoden als Abfolge von Unterrichtssequenzen oder als Bildungsform?

Wilkening entwickelt aus seinen Vorarbeiten eine idealtypische Struktur „technisch bestimmten Werkunterrichts“ (Wilkening 1970, S. 203). Sie besteht aus Phasen der Problementdeckung, der Problemstellung, des Sammelns von Informationen, des Erfindens und Entwerfens, das Planens und Verwirklichens, des Erprobens und Beurteilens und des Auswertens (vgl. a. a. O., S., 202 ff.). Wenn er auch Teile aus Breyers Ansatz übernimmt, etwa die Aktualisierung vorhandener Erfahrungen in der Informationsphase, so liegt doch ein Schema zugrunde, das die Reihenfolge *gedankliches Antizipieren – Ausführen* als Lernweg vorsieht. Wilkening schreibt: „Die Lösung des technischen Problems und seine Realisation im technischen Gegenstand wird durch Bildung von Hypothesen gedanklich antizipiert, dabei müssen alle mitwirkenden Faktoren im Blick auf die Zielsetzung sinnvoll koordiniert werden.“ (A. a. O., S. 204)

In der Folge wurde Wilkenings Struktur des Erkenntnis- und Problemlöseprozesses in den Forschungsarbeiten zur Methodik des Faches auf breiter Ebene aufgegriffen, allerdings nicht immer in der konzeptionellen Tiefe, die Wilkening entwickelt hatte[96]. Die Methoden wurden zunehmend als Organisationsmuster von Unterricht verstanden und weniger als Formen der

[96] Als Ausnahmen sind zu nennen Sachs und Fies (1977), Schmayl (1981) und Wilkening (1981).

lernenden Auseinandersetzung mit Technik. Aus Phasen der Erkenntnis und Problemlösung wurden Verlaufsphasen des Unterrichts, aus Bildungsformen ein zeitlich-logischer Ablauf. Daraus wächst die Gefahr, dass das materiale Ergebnis einer unterrichtlichen Auseinandersetzung in den Vordergrund rückt und der Prozess des Analysierens, des Entwickelns von Alternativen, des Bewertens und Entscheidens in den Hintergrund. Auf diese Weise gehen wesenhafte Merkmale von Technik verloren.

Neben diesen auf den Gegenstand von Technikunterricht bezogenen Überlegungen stellt sich die Frage, inwieweit das Ablaufschema der Unterrichtsmethoden (dazu: Kapitel 7.2.1) auf einem lernpsychologisch erfolgversprechendem Weg beruht. Hier wird davon ausgegangen, dass Kinder nicht in der Form abstrahierend vorgehen, wie das bei Wilkening und anderen entworfen wurde, dass sich, wo sie Hypothesen bilden, diese auf ein grobes Muster der Problemlage beziehen und nicht auf konkrete Fragestellungen. Kinder können nicht „alle mitwirkenden Faktoren“ einer Problemsituation berücksichtigen, schlicht weil sie ihnen nicht bekannt sind. Bezieht man ein, was oben über den Zusammenhang von Planung und Handlung dargestellt und welcher Problemlöseablauf im Prozessmodell technischen Handelns entwickelt wurde, dann scheint aus handlungstheoretischen Überlegungen heraus eine Evaluation des modellhaften Problemlöseweges im Technikunterricht, wie es die Methoden des Faches vorschlagen, notwendig.

6.2.3 Zum Stand empirischer Forschung zum technischen Handeln von Kindern

Empirische Studien zum Handeln von Kindern und Jugendlichen liegen unter verschiedenen Fragestellungen vor. Das technische Handeln erfassen nur wenige von ihnen explizit, einige bieten allerdings Erkenntnisse zu Teilaspekten der Thematik.

Untersuchungen zum Aufbau des *Fähigkeitsselbstkonzeptes* unterstreichen die Bedeutung des Handelns mit Objekten (vgl. Holodynski und Oerter 2002; Stiensmeier-Pelster 1994). Bedeutsam im Zusammenhang mit dieser Studie ist, dass Kinder dadurch ihre grundsätzliche Fähigkeit entdecken, Einfluss auf ihre Umwelt nehmen zu können. In der Folge differenzieren sie diese Erfahrung aus, indem sie, sich mit anderen vergleichend, personale Unterschiede wahrnehmen, und indem sie Gebiete identifizieren, in denen sie besondere Fähigkeiten, auch negativer Art, besitzen (kategoriales Selbst). Untersuchungen zum zweckverfolgenden Handeln mit Objekten konnten trotz intensiver Recherche nicht gefunden werden.

Fuhrers Forschungen zur Bedeutung von Gegenständen für *Enkulturationsprozesse* (Fuhrer 1999 und Fuhrer und Josephs 1999) beziehen sich überwiegend auf die Bedeutung von Din-

gen für die Selbstdarstellung junger Erwachsener und nicht auf die Art und Weise, wie Dinge für zweckbezogene Aufgaben instrumentalisiert werden.

Im Bereich der beruflichen Bildung wurden Impulse aus der Expertiseforschung aufgegriffen, in Arbeiten zur Kompetenzentwicklung und zum *Arbeitsprozesswissen* weitergeführt (vgl. Fischer 2006 und Adolph 2001) und deren didaktische Konsequenzen diskutiert; einen Überblick gibt Rauner (2004)). Diese Untersuchungen lassen keine Aussagen zur Entwicklung der Handlungsfähigkeit[97] von Kindern in technischen Kontexten zu, da sie perfektioniertes Handeln von Experten untersuchen. Ein Nutzen für die Erforschung fundamentaler technischer Handlungsformen kann jedoch aus der Kontrastierung gezogen werden (vgl. 2.2.3).

Biester untermauert seine didaktischen Überlegungen an verschiedenen Stellen mit Aussagen von Schülern und teilweise auch mit Beobachtungen ihrer Vorgehensweisen. Dabei legt er den Schwerpunkt stark auf die beim Handeln aufgebauten Wissensstrukturen, weniger auf eine phänomenologische Beschreibung ihres Vorgehens (vgl. Biester 1974, S. 70 ff.). Tornieporth entwickelt ein Kategoriensystem der Beobachtung von Handlungen bei der Küchenarbeit, wobei sie unterschiedliche Formen der Datenerfassung bei Einzel- und Gruppenbeobachtungen darstellt. Sie wertet nach „Beobachtungsereignissen“ aus wie Durchführung neuer Technik, Durchführung bekannter Technik, Reinigungsarbeit, Aufräumarbeit, Organisation, Informationsbeschaffung und Pseudobeschäftigung (alle Kategorien: Tornieporth 1981, S. 183) und erfasst sie in zeitlichen Sequenzen von einer bis mehreren Minuten.

Von Möller liegen mehrere empirische Arbeiten zur Technischen Bildung im Grundschulalter vor. Sie haben Schwerpunkte beim Erkennen und Wissen, weniger beim Handeln (z. B. Möller 1991). In „Lernen durch Tun“ stellt sie u. a. die neurologischen und lernpsychologischen Forschungsergebnisse zusammen, die für einen „*handlungsnahen Unterricht*“ (Möller 1987) sprechen, angefangen vom Bewegungsdrang bis hin zum Einfluss „handlungsintensiven“ Lernens auf Gedächtnisleistungen und auf den Aufbau kognitiver Strukturen (besonders bei Piaget, Aebli, Ausubel und den Vertretern der Tätigkeitstheorie rund um Leontjew und Wygotski). Es muss bedacht werden, dass die Studien, auf die sie zurückgreift, mittlerweile über 30 Jahre alt sind.

[97] Roth weist darauf hin, dass der Begriff der Handlungsfähigkeit in den Bildungswissenschaften auf unterschiedlichen Referenzsystemen basiert: Auf das gesellschaftliche System bezogen im Sinne der Fähigkeit des Menschen zur Selbststeuerung in variablen politischen Kontexten, auf Lernkontexte bezogen im Sinne einer selbsttätigen Aneignung von Lernstoff und auf Alltagskontexte bezogen im Sinne einer generellen Fähigkeit, zweckorientiert handeln zu können (vgl. Roth 1980, S. 65f.).

Wiesenfarth diskutiert die Chancen, die ein handelnder Zugang zu technischen Problemen in der technischen Elementarbildung bietet (Wiesenfarth 1992, 1993 und 1995). Er hebt besonders die Funktion des Probehandelns hervor. Eine empirische Studie, die *technische Problemlösungen* von Kindern fokussiert und sich ausdrücklich auf Wiesenfarths Ansatz beruft, wurde von Beinbrech durchgeführt (2003b). Sie untersuchte an zwei Schulklassen der dritten Jahrgangsstufe u. a., inwiefern sich Unterschiede bei den Handlungsergebnissen und bei den Lernleistungen in Abhängigkeit vom Maß der Selbststeuerung des Lernweges ergeben. Ihre Ergebnisse sind aus mehreren Gründen unter der Fragestellung dieser Erhebung nicht belastbar. So ist das experimentelle Setting stark konstruiert in Richtung *Ermittlung prädefinierter Problemlösequalitäten*. Die Aufgabenstellungen (Lösung getriebetechnischer Aufgaben mithilfe des Fischer-Baukastens „Mechanik“) entstammen nur bedingt der Alltagswelt der Kinder. Vor allem können damit nur technische Teilprobleme auf der *Sachebene* gelöst werden, *Sinnzusammenhänge in Handlungsvollzügen* bleiben unberücksichtigt. Der Verlauf der Handlungen in der Experimentalgruppe wurde über die Strukturierung des Mediums und des Hilfsmaterials gesteuert, bei der Vergleichsgruppe dagegen über einen methodisch geplanten Unterricht. Dadurch sind unterschiedliche Impulse zur Handlungsregulation gesetzt, Entscheidungen der Kinder erfolgen unter kaum vergleichbaren Gesichtspunkten. Außerdem unterscheidet Beinbrech vorab, ihrer Fragestellung gemäß, in erwünschtes und unerwünschtes Verhalten, was einem vorurteilsfreien Erfassen der Handlungsvarianten und ihrer strategischen Ausrichtungen entgegenläuft. Interessant ist, dass sie vergleichbare Merkmale erfasst wie in der vorliegenden Arbeit. So wertet sie aus, wie oft die Kinder Teillösungen durch Tests absichern (Beinbrech nennt dies *bewertendes Probehandeln*; a. a. O., S. 148), ob sie eine Endkontrolle durchführen (*auf den Endzustand bezogene Probehandlung*; ebd.) und wie oft sie selbstständig Hilfsmittel einsetzen. Sie vergleicht die Merkmalsverteilung zwischen der selbstgesteuerten und der angeleiteten Lerngruppe, jedoch nicht individualisiert für jeden Probanden. Damit kann sie Fragen bezüglich der Effektivität und der Schwerpunkte des Lernverhaltens klären, ähnlich der Erhebung von Tenberge (2002), nicht aber solche zur Qualität technischen Handels von Kindern. Um sie zu erfassen, bieten sich andere methodische Zugriffe an als überwiegend quantitative.

Baumert gibt einen Überblick über CROSSTEL, eine kulturvergleichende Studie zum technischen Problemlösen im Grundschulalter (Baumert 1996). Ausgangspunkt waren Ergebnisse der Lernforschung, die Problemlöseverhalten als in erheblichem Maße bereichsspezifisch verortet sehen und die in Konzepte des „situierten Lernens“ einfließen. Dort werden Lernarrangements bevorzugt, die Erlebnisse in authentischen, lebensnahen Situationen ermöglichen

(vgl. Klauer 1999, S. 118). Für CROSSTEL wurden Problemstellungen gesucht, die aus dem Erfahrungsbereich der Kinder stammen und sich durch Authentizität auszeichnen. Gewählt wurden Aufgaben zum nicht weiter definierten „Konstruktionsspielen“: „Die spielerische Tätigkeit ist authentisch, Handlungsvollzug und Lernen sind ungeschieden, gleichwohl ist die Tätigkeit, gesteuert durch Handlungs-Ergebnis-Erwartungen, schon zweckgerichtet, ohne dem Muster der Handlungs-Folge-Erwartungen der Tätigkeit von Erwachsenen zu folgen [...]“ (Baumert 1996, S. 190). Interessant ist, dass zwar das technische Problemlösen fokussiert wird, die Forschungsstrategie aber auf Spielhandlungen setzt und Lösungen der Kinder folgerichtig vor diesem Hintergrund bewertet werden müssen. Spielhandlungen an konstruktiven Problemen als technische Handlungen zu verstehen, ist zumindest nicht ohne Diskussion der Bedingungen und Folgen möglich. Die Merkmale einer technischen Handlung sind im Konstruktionsspiel nur ansatzweise prägnant: Es richtet sich an *Artefakten* aus, das ist unzweifelhaft. Die spielsteuernden Entscheidungen folgen aber nicht primär *zweckrationalen* Kriterien. Kinder können sich im Spiel sehr gut damit arrangieren, dass etwas nicht oder nur hinreichend funktioniert. Aus Fehlfunktionen werden weitere Spielsituationen abgeleitet, die nicht auf ein Beheben der Fehlfunktion gerichtet sein müssen, sondern die Fehlfunktion sogar integrieren können. Neben dieser anders gerichteten Fragestellung wurden bei CROSSTEL, noch stärker als in Beinbrechs Untersuchung, experimentelle Zugänge gewählt, die nur bedingt als lebensnah in Bezug auf Technik angesehen werden können. Den Probanden wurden vier Aufgaben gestellt, wovon zwei wenigstens annähernd dem Bereich technischer Handlungen zugeordnet werden können (Brücken- und Turmbau mit Baukastenelementen, allerdings ohne Einbindung in eine zweckverfolgende Handlung), eine getriebetechnische Aufgabenstellung wurde nur zeichnerisch gelöst und eine weitere war eine modifizierte Turm-von-Hanoi-Aufgabe, die mit dem Technischen an Handlungen wenig zu tun hat. Damit sind die Ergebnisse der CROSSTEL-Studie für die Fragestellungen dieser Untersuchung nicht verwertbar.

Überblicke über den internationalen Bestand an empirischer Forschung zur technological literacy sind in einigen zusammenfassenden Publikationen zu finden (Vries 2006, Middleton 2006, Hill 1997). Folgende Schwerpunkte lassen sich erkennen:

Die *Einstellung von Kindern zu Technik* in den Altersgruppen der Early Childhood und der Elementary School wird in der europäischen Studie UPDATE[98] erhoben (Ruffer 2011). Hier wurden Unterschiede in der Einstellung zwischen den Geschlechtern (Virtanen et al. 2011,

[98] Understanding and Providing a Developmental Approach to Technology Education.

Endepohls-Ulpe 2011) und der *Technikbegriff* von unter 7-Jährigen ermittelt (Turja und Paas 2011). Mawson untersuchte den Technikbegriff von 7- bis 11-Jährigen (Mawson 2010). Die Einstellung von Kindern und Jugendlichen zu Technik wurde bis Ende der 1990er-Jahre mit dem PATT-Instrumentarium erhoben (Klerk Wolters 1989, zuletzt mit leichten Modifikationen von Pellinen 2008). Einen Überblick zu deutschen Studien zur Einstellung von Jugendlichen zu Technik geben Köster et al. (2008) bzw. Duismann und Janetzki (2007).

Mehrere Studien erfassen das, was als *mechanical aptitude*, *technisches Verständnis* oder *mechanisch technisches Verständnis* bezeichnet wird. Einen Überblick zur Begrifflichkeit findet sich bei Hartweg (2010, S. 47). Dort wird auch eine Übersicht über Testverfahren zur Ermittlung technischer Fähigkeiten gegeben (a. a. O., S. 60-66): MCT (Bennett Mechanical Comprehension Test), DAT (Differential Aptitude Test), MTVT (Mechanisch-Technischer Verständnistest), PTV (Test zur Untersuchung des praktisch-technischen Verständnisses) und MTP (Mannheimer Test zur Erfassung des physikalisch-technischen Problemlösens). Alle bauen letztlich auf dem MCT aus den 1940er-Jahren auf und verfolgen vergleichbare Strategien: Die Probanden erhalten Zeichnungen technischer Objekte und sollen durch logisches Schließen aus einer Auswahl vorgegebener Antworten diejenige auswählen, die den Ursache-Wirkungszusammenhang korrekt beschreibt. Ziel dieser Tests ist eine Aussage zum Verständnis der Versuchspersonen über mechanisch-technische Zusammenhänge auf der naturalen Ebene, nicht aber das Erfassen ihrer Handlungsperformanz. Görlich und Schuler ergänzen die rein kognitiv orientierten Testverfahren um eine Arbeitsprobe zum Blechbiegen (Görlich 2009; jüngste Zielgruppe: 13-Jährige). Ziel dieser Tests ist in aller Regel, die Eignung von Bewerbern für Ausbildungsberufe systematisch zu ermitteln.

Eine Reihe amerikanischer Studien hat das *Zusammenspiel zwischen Handeln und Denken* zum Gegenstand. Aufbauend auf Halfins Liste mentaler Prozesse beim technischen Problemlösen werden Instrumentarien wie die Observation Procedure for Technology Education Mental Processes (OPTEMP) eingesetzt. Kelley und Hill untersuchten 2007, welche mentalen Problemlöseprozesse von Maschinenbaustudenten eingesetzt werden (Kelley und Hill 2007). Die Versuchsteilnehmer erhielten eine Aufgabenstellung mit unzureichend definierten Bedingungen (Verbesserung der Wasserversorgung in einer unterentwickelten Region) und sollten beim Ausarbeiten ihrer Lösung die Methode des „lauten Denkens“ anwenden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Probanden ihr Vorgehen auf wenige Strategien ausrichten, allen voran das Analysieren der Grundsituation (Analyzing) und das Entwickeln konkreter Lösungen (Designing). Dabei konkurrieren diese beiden Lösungsansätze, d. h. Probanden, die viel

Zeit damit verbrachten, die Situation zu analysieren, entwickelten anschließend rascher Lösungsvorschläge, und eine hohe Nutzungsfrequenz und –dauer direkter Lösungssuche ging einher mit einer nur oberflächlichen Untersuchung der Ausgangsbedingungen (a. a. O., S. 12 ff.). Strategien, die systematisch verschiedene Lösungsmöglichkeiten ausprobieren (Experimenting, Testing) und überprüfen (Measuring), wurden selten eingesetzt. Die Studie beschränkt sich bei einer Stichprobe von sieben Teilnehmern auf Fallbeispiele. Die Autoren gehen davon aus, dass schon bei dieser geringen Zahl der Beobachtungen unterschiedliche Typen von Problemlösern erkennbar sind. Sie zeigen, bedeutsam für die Fragestellung der vorliegenden Untersuchung, dass systematisches Vorgehen und qualitätssichernde Maßnahmen wie Testen, Prüfen oder Ausprobieren eher als Ausnahme-Strategien angesehen werden können denn als Standardvariante.

Halfins Liste kognitiver Strategien kann als Suchmatrix für die Interpretation von Aussagen der Probanden dienen, nicht jedoch als Kategoriensystem für die Beobachtung der Handlungsperformanz. In einem Test, der die Reliabilität des OPTEMP-Instrumentariums überprüfte, wird dann auch ausdrücklich vor einer überzogenen Interpretation der Daten gewarnt: „The procedure would enable an observer to determine whether a learning activity accomplished objectives related to use of mental processes in problem solving. It was not, however, designed to directly measure the products or outcomes of the activities involved." (Hill 1997, S. 37) Das hier angesprochene Problem des experimentellen Erfassens der Outcomes kann dann auch im Vergleich zwischen Hills bzw. Kelley und Hills Studien betrachtet werden. Sie lassen in ihrem Setting zwei Studenten gemeinsam arbeiten, sodass mit deutlichem Abstand das Communicating[99] als bevorzugte Strategie ermittelt wird (a. a. O., S. 39 ff.). Es lässt sich letztlich nur festhalten, dass die Wahl der eingesetzten Strategien der Probanden stark vom Handlungskontext abhängt, in Laborstudien also vom experimentellen Setting.

Festzuhalten bleibt in Bezug auf die *Problem-Solver-Forschung*, die besonders in den USA entwickelt ist, dass sie mit ihrem Ansatz, den Zusammenhang zwischen Wissen und Können zu erforschen, die Handlungsperformanz eher unterordnet. Zweitens schließt sie dadurch, dass sie sich von der Verbalisierung der Probanden abhängig macht, nicht-verbalisierbare Phänomene aus – und auch introvertierte Persönlichkeiten und bestimmte Entwicklungsstadien. So werden Kinder Abstraktionsleistungen, die Voraussetzungen für Verbalisierung sind, nicht immer vollbringen können, obwohl sie das dazugehörige Problem handelnd lösen könnten. Und es werden beileibe nicht alle Testpersonen willens sein, ihre Überlegungen zu

[99] „The process of conveying information (or ideas) from one source (sender) to another (receiver) through a media using various modes." (Hill 1997, S. 34)

äußern. So taten das nur wenige Kinder in der vorliegenden Studie, und es müsste gesondert untersucht werden, ob sie eine kleine Gruppe mit spezifischen Eigenschaften im Bereich der Strukturierung und Versprachlichung von Handlungsprozessen bilden, oder ob hinter der Gesprächsbereitschaft ein bestimmter Mitteilungshabitus steht. In diesem Fall könnten keine allgemeingültigen Aussagen über den Zusammenhang von Wissen und Können von Kindern gemacht werden, sondern allenfalls über den Zusammenhang bei den Kindern, die diese Eigenschaften besitzen.

6.2.4 Das Forschungsinteresse

Das leitende Interesse dieses Teils der Studie ist die Frage nach der Art und Weise, *wie* Kinder technische Probleme lösen. Dies führt zu Folgerungen für den methodischen Zugriff, die durchaus auch Rückwirkungen inhaltlicher Art haben:

Zunächst einmal müssen die Handlungen der Kinder möglichst unvoreingenommen beobachtet und beschrieben werden. Es sollen zweitens keine forschungsstrategisch „artifiziell" überformte Problemstellungen im Mittelpunkt stehen, sondern möglichst reale, alltägliche. Nicht die Reaktion von Kindern auf „Rätsel"[100] soll beobachtet werden, sondern ihr „normales" Handeln. Drittens müsste unter dem Anspruch der Vollständigkeit überprüft werden, wie Kinder Technik konstruieren, herstellen, nutzen, instandhalten, auflösen usw. – also die ganze Bandbreite des handelnden Umgangs mit Technik. Das ist in diesem Forschungsprojekt nicht zu leisten. Daher muss ein Ausschnitt gesucht werden, in dem charakteristische Problemlagen technischer Handlungen zutage treten.

Das Interesse gilt hier weniger den Zusammenhängen zwischen Wissen und Können, sondern zuallererst der Frage, welchen Weg Kinder tatsächlich durch das „Dickicht" einer realen Problemstellung nehmen. Das oben entwickelte Modell technischer Handlungen bildet dessen Konstituenten (Abwägen, Entscheiden, Planen, Ausführen, Bewerten) und Vorstellungen über den Verlauf ab (Ausrichtung auf ein Ziel, Verzweigungen, Regelkreise). Es soll überprüft werden, inwiefern diese kleineren Einheiten einer Handlung zu beobachten sind, und inwiefern die Handlungsstruktur des Modells konkrete Entsprechungen hat.

Besondere Beachtung verdient die Frage, inwiefern Kinder „auf kurze Sicht" und „immer geradeaus" vorgehen, oder ob sie Zwischenschritte einbauen, die zunächst die Zielerreichung

[100] Thomas S. Kuhn vergleicht das Forschen mit dem Lösen von Rätseln. In beiden Bereichen müssen sich die Lösungssuchenden über die Art des Vorgehens und über Kriterien verständigen. „Es kann kein Rätsellösen geben, wenn die Beteiligten keine gemeinsamen Kriterien haben, die für diese Gruppe und diese Zeit entscheiden, wann jeweils ein Rätsel gelöst ist." (Kuhn 1978, S. 364)

hinauszögern, auf längere Sicht aber die Wahrscheinlichkeit vergrößern, das Problem erfolgreich bewältigen zu können. Konkret sind das Handlungsunterbrechungen zur Reflexion, Tests von Zwischenständen, Informationssuche an externen, nicht direkt in der Problemstellung steckenden „Datenquellen“ und Maßnahmen zum systematischen Ausschließen bestimmter Fehlerquellen. All diese Schritte können nicht grundsätzlich vorausgesetzt werden, zumindest nicht auf jeder Alters- bzw. Entwicklungsstufe.

Die Kinder werden in den Tests Fähigkeiten einsetzen, die sie im Verlauf ihres Lebens entwickelt haben, im Rahmen der allgemeinen Sozialisation also und nicht in einem systematischen Bildungsprozess. Der letzte Aspekt betrifft die *Techniksozialisation*. Es muss eine Stichprobengröße gewählt werden, die groß genug ist, um Tendenzen im Zusammenhang zwischen Sozialisation und Handlungsperformanz erkennen zu können. Dazu gehört auch die geschlechtsspezifische Rollen- bzw. Fähigkeitszuweisung. Es soll untersucht werden, ob sie bereits im Grundschulalter zu unterschiedlichen Performanzen bei Mädchen und Jungen führt.

6.2.5 Forschungsfragen

Die deskriptiv-phänomenologische Untersuchung soll zunächst auf zwei Fragenkomplexe Antworten geben:

I. Welche strategischen Formen der Handlungsregulation nutzen Kinder in alltäglichen technischen Handlungszusammenhängen?
II. Welche Faktoren der technischen Sozialisation beeinflussen die Vorgehensweise der Kinder bei technischen Handlungen?

Ein dritter Fragenkomplex erwächst aus dem Sachverhalt, dass zur Beantwortung dieser Fragen keine validierten Forschungsmethoden vorliegen. Daher soll untersucht werden:

III. Mit welchem forschungsmethodischen Instrumentarium können technische Handlungen in ihrem Verlauf (Fragestellung 1) und in ihren Einflussfaktoren (Fragestellung 2) erfasst und dargestellt werden?

Unter Berücksichtigung des oben entwickelten Modells technischen Handelns werden die Fragekomplexe in folgende Teilfragen differenziert:

Fragekomplex I: Strategische Formen der Handlungsregulation in alltäglichen Kontexten

- I. 1 Welche Formen der Informationsbeschaffung nutzen die Kinder?
- I. 2 Wie werden reine Reflexionsphasen im Handlungsverlauf platziert?
- I. 3 Welche Rolle spielt das Nutzen von Werkzeugen im Handlungsverlauf?
- I. 4 Inwieweit sind die Kinder in der Lage, vor der Handlung einen Plan aufzustellen, der wesentliche Handlungselemente enthält?

Fragekomplex II: Faktoren der technischen Sozialisation

- II. 1 Welchen Bezug zu Technik bestimmt das familiäre Umfeld der Kinder der Stichprobe?
- II. 2 Welche Erfahrungen mit technischen Handlungen machen die Kinder der Stichprobe?
- II. 3 Welche Einflüsse zwischen technischen Lebensbezügen und der Handlungsperformanz der Kinder lassen sich feststellen?
- II. 4 Welche geschlechtsspezifischen Unterschiede sind in der Art und Weise des Zugangs zu technischen Problemstellungen zu beobachten?

Fragekomplex III: Forschungsmethodisches Instrumentarium

- III. 1 Welche Aufgabenstellungen eignen sich, um alltägliche technische Handlungen auf ihre strategische Varianz untersuchen zu können?
- III. 2 Wie lassen sich rekursive Handlungsstrategien darstellen?
- III. 3 Wie lassen sich die strategischen Überlegungen der Kinder erfassen?
- III. 4 Wie können Einflussfaktoren der technischen Sozialisation erhoben werden?

6.3 Untersuchungsmethoden

Die Fragestellungen richten sich auf das Handeln, nicht auf kognitive Repräsentationen davon. Aus diesem Grund scheiden Testverfahren wie die zur mechanical aptitude genauso aus wie auf Simulation beruhende. Nach Atteslander sind interpretative Auswertungen, die sich auf hermeneutische Grundlagenarbeit und phänomenologische Handlungsbeobachtung stützen, Eckpfeiler qualitativ orientierter Handlungsbeobachtung (vgl. Atteslander 2003, S. 84).

6.3.1 Design und Durchführung

Oben wurde der Gesamtzuschnitt der Studie erläutert. An dieser Stelle soll nun das Design des deskriptiv-phänomenologischen Teils aufgezeigt werden. Dieser gliedert sich in mehrere Phasen. In der Vorstudie wurde zunächst eine Aufgabenstellung entwickelt, mit der Daten zur Beantwortung der Forschungsfragen erhoben werden können. Die Probanden erhielten den Auftrag, ein Loch im Vorderreifen eines Kinderfahrrads zu flicken. In der einschlägigen Literatur wird auf die Gefahr der Beeinflussung von Tests durch bewusste oder unbewusste Einflussnahme durch den Versuchsleiter hingewiesen (Atteslander 2003, Flick et al. 2007, Mayring 2002, Ludwig-Mayerhofer 2012). Daraufhin wurden verschiedene Formen der teilnehmenden Beobachtung und der Datenaufzeichnung erprobt. Die Stichprobe von n=10 erlaubte außerdem das Entwickeln und Evaluieren des Instrumentariums zur Datendarstellung und –auswertung. Da sinnerfassende Handlungsbeobachtung wesentlich von der „Wahrnehmungs- und Aufnahmekapazität“ des Forschers abhängig ist (Ludwig-Mayerhofer 2012), führte der Autor, der Hoffnung folgend, dass durch die in der Vorstudie erarbeiteten theoretischen Modellvorstellungen eine höhere Sensibilität für wesentliche Aspekte entstanden war, Vor- und Haupttest selbst durch. So konnte er sich einen unmittelbaren Eindruck von den Handlungen der Kinder verschaffen.

Die Evaluation der Vorstudie zeigte Stärken (Alltagsbezug und Komplexität der Aufgabenstellung) und Schwächen (Versuchsdauer, Sachstruktur; s. u.) der Vorgehensweise. Insbesondere die Darstellung und Auswertung der Daten wurde intensiv erprobt und auf die Relevanz für die Aufgabenstellung hinterfragt.

Am Ende der Vorstudie wurden dann drei neue Aufgabenstellungen entwickelt, die eine differenziertere Datenlage und eine bessere Vergleichbarkeit zwischen den Datensätzen ermöglichten. Außerdem wurde das Instrumentarium zur Datendarstellung mithilfe des parallel entwickelten Handlungsprozessmodells verbessert.

In der Hauptstudie wurden die zentralen Daten erhoben, aufbereitet und ausgewertet. Es ergibt sich folgender Überblick über die Abfolge der einzelnen Elemente:

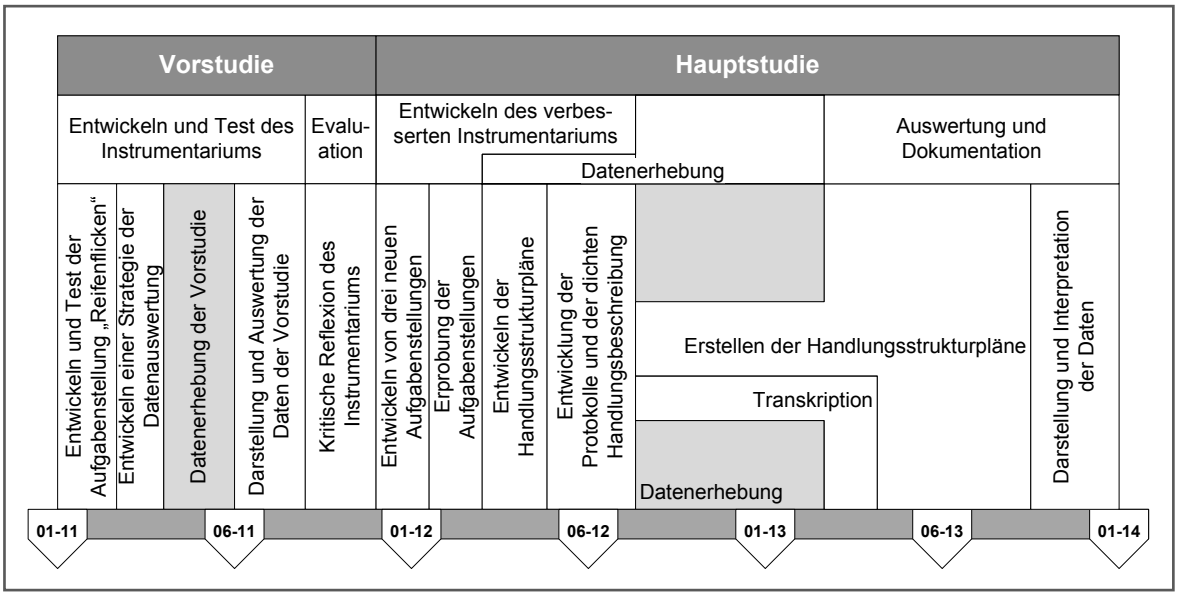


Abbildung 45: Zeitlicher Ablauf der deskriptiv-phänomenologischen Untersuchung

6.3.2 Auswahl der Stichprobe

Nach Möller kann erst gegen Ende des Grundschulalters davon ausgegangen werden, dass Kinder sich von der direkten Anschauung eines Sachverhaltes so weit lösen, dass sie Handlungen gedanklich durchspielen können (vgl. Möller 1987, S. 188). Das wiederum setzt voraus, dass sie in diesem Alter beginnen, *Allgemeines* in einem Sachverhalt zu erkennen und aus individuellen Problemlagen zu abstrahieren. Es lassen sich nun nicht nur direkte Auseinandersetzungen mit einem konkreten Gegenstand beobachten, sondern zunehmend Problemlösungen durch geistige Akte wie logische Schlüsse oder verinnerlichte Handlungen. Diese müssen sich noch ‚auf den Gegenständen abstützen‘ (Aebli 1982, S. 52), lösen sich aber allmählich von ihrer situativen Einbindung. Es ist daher zu erwarten, dass bei Kindern am Ende der Grundschulzeit sowohl *eng am Gegenstand* verlaufende Problemlösungen als auch solche, die auf *Abstraktionsleistungen* beruhen, auftreten. Bei jüngeren Kindern ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass die zweite Variante entwicklungsbedingt die Ausnahme bilden wird. Aus diesem Grund wurde für die Stichprobe die Altersgruppe zwischen 9 und 10 Jahren gewählt.

Außerdem erlaubt die Tatsache, dass in der Grundschule in aller Regel wenig systematischer Technikunterricht stattfindet (vgl. Möller et al. 1996), Einblick in eine Form des technischen Handelns, das noch nicht durch organisierte Bildungsprozesse überformt wurde. Dass elaborierte Formen des Handelns kein Makel, sondern wünschenswert sind, versteht sich bei einer Studie aus der Technischen Bildung heraus von selber. Es wird hier aber nach der Ausgangslage von Unterricht gesucht, nicht nach seinen Ergebnissen.

Aus diesen Überlegungen heraus wurde die deskriptiv-phänomenologische Untersuchung an Kindern mehrerer vierter Klassen durchgeführt. Sie stammen aus dem Einzugsgebiet einer Grundschule in Oberschwaben. Unter ihnen finden sich Kinder von Landwirten, die in den betrieblichen Ablauf eingebunden sind und die viel Gelegenheit zu eigenständigem Umgang mit Werkstoffen und Werkzeugen haben, Kinder von Eltern, die im hochtechnisierten Gewerbe der Region arbeiten, und Kinder, deren Eltern in Dienstleistungsbetrieben tätig sind. So kann davon ausgegangen werden, dass sowohl Probanden aus Haushalten in die Untersuchung eingebunden sind, in denen ein Elternteil einen technischen Beruf ausübt, als auch solche, die Technik ausschließlich in gering-institutionalisierten Kontexten erfahren. Die Kinder besuchten im Zeitraum der Untersuchung bereits seit einem halben Schuljahr Technikunterricht.

Um geschlechtsspezifische Besonderheiten untersuchen zu können, wurde auf eine gleichmäßige Verteilung von Mädchen und Jungen geachtet. Insgesamt wurde mit einer Stichprobengröße von n=20 Kindern gearbeitet, darunter 10 Mädchen und 10 Jungen. Jedes Kind erhielt drei Aufgabenstellungen, sodass 60 Datensätze ausgewertet werden konnten.

Dies ist für eine Untersuchung von Handlungsqualitäten eine recht große Anzahl. Sie erlaubt aber ganz unterschiedliche Auswertungsmöglichkeiten:

- 60 Handlungen können im Rahmen einer Arbeit wie der vorliegenden noch als Einzelfälle phänomenologisch beschrieben werden. Es kann erwartet werden, dass die Bandbreite so groß ist, dass im Vergleich aussagekräftige Fälle gefunden werden.
- Die Zahl von 60 Handlungen lässt auch Aussagen über Zufälligkeiten hinaus zu. Wenn ein Großteil der Probanden ein bestimmtes Verhalten zeigt, genauso, wenn sich keine Tendenz abzeichnet, können begründete Hypothesen formuliert werden, um Ansatzpunkte für weitere Forschung zu identifizieren.
- Die Zahl von 30 erfassten Handlungen jeweils von Mädchen und von Jungen lässt Aussagen zu, die unter dem Gender-Aspekt über reine Zufälligkeiten hinausgehen. Dort, wo Verhaltensmerkmale deutlich gehäuft beobachtet werden, lassen sich begründete Ansatzpunkte für weitere Forschung ableiten.
- Die Zahl von drei Handlungen pro Proband erlaubt dort Aussagen über ein personenspezifisches Verhalten, wo bei allen Aufgabenstellungen vergleichbare Merkmale beobachtet werden. Hier kann noch nicht von überindividuellen „Typen“ gesprochen werden, aber von einer Konzentration eines Verhaltens bei einer Person.

6.3.3 Erhebungsinstrumente

Die Vorstudie bestätigte die Annahme, dass durch die Kombination von Handlungsbeobachtung und Interview die für die Beantwortung der Forschungsfragen wesentlichen Daten erhoben werden können.

Handlungsbeobachtung

Handlungsbeobachtungen können auf unterschiedliche Weise durchgeführt werden. Im Alltag geschieht das laufend, aber unsystematisch und nicht auf Fragestellungen gerichtet. Im Unterricht beobachten die Lehrkräfte das Handeln der Schüler. Ihr Blick ist in aller Regel gerichtet, verfolgt aber selten eine systematische Strategie.

Formen wissenschaftlicher Handlungsbeobachtung

Ludwig-Mayerhofer und Keller stellen drei Kategorien zur Unterscheidung von Beobachtungsstrategien dar (Ludwig-Mayerhofer und Keller 2010, Stichwort „Beobachtung“).

- Der Grad der Natürlichkeit der Handlungssituation: Handlungen in ihrem natürlichen Umfeld stehen künstlichen Laborarrangements gegenüber. Während natürliche Situationen einen authentischen Einblick in die Realität des Handelnden gewähren, erlauben Laborarrangements einen Blick auf isolierte Phänomene. Damit verbunden ist aber ein Verlust des Sinnzusammenhangs der Handlungen.
- Der Grad der Einbindung des Forschers: Eine Beobachtung vollständig aus dem „Off“ ist streng genommen nur möglich, wenn sie ohne Wissen der Beobachteten erfolgt. Dies führt nicht nur zu forschungsethischen Problemen, sondern auch zu einem Verlust an Möglichkeiten der Rückversicherung durch den Beobachter. Demgegenüber steht eine teilnehmende Beobachtung, in der der Forscher selbst Teil der Handlung ist. Dabei werden aktive Formen der Teilnahme von passiven unterschieden, bei denen der Forscher in räumlicher Nähe und direktem kommunikativen Kontakt zu den Probanden steht, sich an der Handlung aber nicht beteiligt. Die Gefahr der teilnehmenden Beobachtung liegt im Distanzverlust des Versuchsleiters, der prinzipiell ungünstig für seine analysierende Funktion ist.
- Der Grad der Standardisierung der Datenerhebung: Unter hoher Standardisierung[101] werden aus der Handlung nur die zuvor festgelegten Kategorien festgehalten. Das führt zu einer starken Verdichtung der Daten, einhergehend mit dem Ausblenden nicht-erfasster Handlungselemente. Dem stehen Verfahren gegenüber, die das Be-

[101] Atteslander bevorzugt den Begriff der „Strukturiertheit“ („*was* und *wie*“; Atteslander 2003, S. 95).

obachten nur gering vorstrukturieren. Die Extremform, die vollständige Protokollierung einer Handlung, ist nicht leistbar. Die Schwierigkeit besteht darin, den Grad der Strukturierung so zu erhöhen, dass die für die Fragestellung wesentlichen Sachverhalte isoliert werden können.

Zur Auswahl der Beobachtungsmethode

Wenn es um das Untersuchen von Sinnzusammenhängen geht, empfiehlt es sich, Handlungen in offenen Beobachtungs- und Dokumentationsformen festzuhalten (vgl. Flick et al. 2007, S. 111 ff. oder Mayring 2002, S. 11). Eine zu starke Fokussierung auf einzelne Merkmale würde zu einer geringeren Datenmenge führen, die dann aber keine Rückschlüsse mehr auf die Bedeutung einzelner Handlungselemente erlaubt. In offenen Situationen kann zwischen Proband und Beobachter ein Vertrauensverhältnis entstehen, das einen evt. erforderlichen Informationsaustausch erleichtert (Atteslander 2003, S. 101).

In einem Vergleich der Forschungsfragen mit den Charakteristika der hier skizzierten Forschungsmethoden können zunächst für diese Studie ungeeignete Methoden ausgeschlossen werden. Das sind alle Formen von Laborarrangements mit künstlichen Handlungssituationen. Da die Handlungen möglichst genau erfasst werden sollen, und da auch die Gemütslage und Überlegungen der Kinder bedeutsam sind, muss sichergestellt werden, dass auch kleine Gesten und Veränderungen in der Mimik erfasst werden können. Der Beobachter sollte durch vorsichtiges Nachfragen Gründe für bestimmte Vorgehensweisen ermitteln können. Drittens sollte da, wo die Kinder nicht mehr weiterkommen, die Möglichkeit zur Intervention bestehen. Und viertens richtet sich eine der Fragestellungen explizit darauf, inwieweit die Probanden Hilfe von außen (hier: vom Versuchsleiter) suchen. Unter all diesen Bedingungen ist die teilnehmende Beobachtung das geeignetste Mittel. Das Kompetenzgefälle zwischen den Kindern und dem Versuchsleiter verlangt aber eine möglichst große Passivität des Versuchsleiters.

Aus all diesen Überlegungen heraus wurden die Daten in einer passiv-teilnehmenden Handlungsbeobachtung erhoben. Zur Datensicherung wurden von den Handlungen Videoaufnahmen gemacht. Die Kamera wurde leicht schräg vor die Arbeitsfläche der Probanden gestellt, damit sie nicht direkt in das Objektiv schauten. Die Hoffnung, dass sie die Kamera schnell vergessen würden, bestätigten bereits die Erfahrungen der Vorstudie. Beim ausgewählten Aufnahmesystem konnte der Ton per Funk von einem Ansteckmikrofon an die Kamera übertragen werden. So konnte auch leises Vor-sich-Hinreden während der Tests aufgezeichnet werden.

Leitfadeninterview

Ein Leitfadeninterview wird auch als „halbstrukturiertes Interview“ bezeichnet (Marotzki 2012, S. 24), da es Offenheit für narrative Elemente gewährleistet – der Interviewte wird zum Erzählen angeregt – und gleichzeitig durch vorab festgelegte inhaltliche Bereiche bzw. Fragen sichergestellt werden kann, dass alle relevanten Daten erhoben werden (vgl. Mayer 2008, S. 37 f.). In dieser Studie wird das Interview dort benötigt, wo Informationen nicht aus der Beobachtung ermittelt werden können. Das betrifft die beiden Fragekomplexe des präaktionalen Handlungsplans und der technischen Sozialisation.

Auf Beschreibungen und Erklärungen zur Vorgehensweise der Probanden abzielende Fragen *während* der Testdurchführung beeinflussen die Probanden stark – das zeigte die Vorstudie deutlich. Die Kinder wurden in ihrem Handlungsfluss unterbrochen, und sie fassten Fragen als Impuls auf, ihre Vorgehensweise zu überdenken. Daher wurde in der Hauptstudie während der Testdurchführung nur dann nachgefragt, wenn es aus der Situation heraus notwendig und ohne Verfälschungseffekte möglich erschien.

Das Leitfadeninterview wurde in zwei Teile gegliedert und erfasst folgende Bereiche:

<u>Präaktionaler Handlungsplan</u>

Vor jeder Aufgabe wurden die Kinder aufgefordert, einen Plan der Handlung aufzustellen und zu äußern. Sie bekamen zunächst den zu reparierenden Gegenstand in seinen Einzelteilen vorgelegt. Sie konnten die Bauteile in die Hand nehmen und anschauen, sollten aber noch nicht mit der Reparatur beginnen. Nun wurden sie aufgefordert, ihren Plan zu explizieren. Die Aufforderung dazu war nicht wörtlich festgelegt – Marotzki empfiehlt, Fragen im Leitfadeninterview aus der allgemeinen Situation heraus zu formulieren, um eine natürliche Gesprächsumgebung zu schaffen (a. a. O., S. 34). Sie wurde etwa in folgender Art formuliert: „Wenn du dir das jetzt anschaust: Was glaubst du, musst du machen, um das Spiel (den Tanka, die Haarklammer) zu reparieren?“ Wiederholt formulierten die Kinder von der zweiten Aufgabenstellung an die Aufgabe selbst: „Und das soll ich jetzt reparieren...“ In diesen Fällen wurde die Frage nach dem Plan direkt angedockt: „Und was meinst du, wie du dabei vorgehen könntest?“ Die Kinder tendierten stark dazu, während der Formulierung des Plans schon mit der Reparatur zu beginnen. In wenigen Fällen verstummten sie und versenkten sich sofort in die Bearbeitung, sodass der Plan nicht ermittelt werden konnte.

Techniksozialisation

Nach den drei Testaufgaben wurden die Daten zur technischen Sozialisation erhoben.

- Allgemeine, familiäre Daten: Alter, Anzahl der Geschwister, Berufe der Eltern.
- Angaben zum alltäglichen Umgang der Probanden mit Technik: Bevorzugte Spielzeuge, von den Probanden ausgeführte technische Handlungen aus den Bereichen Reparatur, Wartung und Produktion (Spielhäuser oder Gegenstände, Nähen, Häkeln, Kochen usw.), der Selbstständigkeitsgrad dieser Handlungen, von den Probanden bediente Gerätschaften (Fahrrad, Geräte der Unterhaltungselektronik, Werkzeuge, Maschinen usw.).
- Angaben zum familiären Umgang mit Technik: Aktiver Umgang mit Störungen („Wenn zu Hause etwas kaputt geht, am Wasserhahn oder an deinem Fahrrad: Wer repariert das?“), Einsatz des Computers (Spielen, Informationsbeschaffung, Programmieren) und des Fernsehers (nur Zuschauen, Abspielen bzw. Programmieren eines Aufnahmegerätes), Werkstatt im Keller oder im Garten, Hobbys der Geschwister und der Eltern.

Darüber hinaus wurden in Einzelfällen Fragen zu den durchgeführten Handlungen gestellt. Dies erfolgte dort, wo Gründe für eine sehr auffällige Vorgehensweise unklar waren, wo eine interpretierende Einschätzung des Versuchsleiters abgesichert oder wo überprüft werden sollte, inwiefern sich aus einer Handlung ein Lerneffekt ergeben hatte.

Die Aufgabenstellungen

Die leitenden Fragestellungen verlangen Aufgaben mit bestimmten Merkmalen:

- Sie müssen aus dem Alltag der Kinder stammen. Das heißt nicht, dass sie bereits im selben Kontext gehandelt haben müssen, aber der Sinnzusammenhang des Umgangs mit dem Gegenstand sollte ihnen bekannt sein. Zwei Kriterien dienten der Einengung: Die Kinder sollten die Gegenstände, mit denen sie hantieren, kennen, und die Aufgabenstellung sollte *ohne weitere Erklärung* einsichtig sein.
- Für die Kinder soll grundsätzlich die Möglichkeit bestehen, das Problem ohne Intervention des Versuchsleiters lösen zu können. Das bedeutet, dass Anforderungen an geistige und physische Leistungen altersgemäß sein müssen, und dass in Problemsituationen möglichst das Objekt selbst Rückmeldung zu gangbaren Wegen bietet. Wo Anleitungen nötig sind, sollen sie nicht gesondert hergestellt werden, sondern zum normalen Gebrauch des Gegenstands dazugehören.

- Die Aufgabenstellungen müssen einen passenden Schwierigkeitsgrad beinhalten. Er darf nicht zu hoch, aber auch nicht trivial sein. Er muss Probleme enthalten, die von den Kindern als solche empfunden werden.
- Um unterschiedliche Ausprägungen beim Durchhaltevermögen und bei den Problemlösefähigkeiten beobachten zu können, wurde nach mehreren Aufgaben mit differierendem Schwierigkeitsgrad gesucht, die jedem Probanden gestellt werden. Dadurch wird zusätzlich die Gefahr verringert, dass zufällige Präferenzen der Probanden Einfluss auf die Ergebnisse haben. Außerdem kann so untersucht werden, ob sich bei den Kindern eine individuell markante Vorgehensweise erkennen lässt. Dies verlangt Aufgabenstellungen, die nicht zu lange dauern. Als Richtgröße wurde die Möglichkeit einer Bewältigung in 30 Minuten gewählt.
- Unter der Bedingung der Authentizität der Aufgabenstellungen bieten sich an erster Stelle Nutzungshandlungen an. Unbestritten ist, dass Kinder auch gestalten und herstellen, dass sie ihre Produkte bewerben, dass sie sie am Ende neuen Nutzungsformen zuführen. Weitaus häufiger nutzen sie jedoch Technik. Im Bereich der Nutzung bieten sich mehrere Möglichkeiten an, von der Inbetriebnahme über die Nutzung selbst bis zur Instandhaltung. Letztendlich wurden aus folgenden Beweggründen Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Instandhaltung gewählt:
  - Instandhaltungen kommen im Alltag von Kindern der untersuchten Altersstufe regelmäßig vor. Sie laden Akkus, setzen neue Tintenpatronen in ihren Füller, pumpen den Reifen ihres Fahrrads auf, suchen nach Fehlern an ihrer Spielekonsole, nähen Knöpfe an usw.
  - Zweitens gibt es zu Instandhaltungshandlungen Modellvorstellungen aus den Technikwissenschaften und aus der technischen Praxis, auf die beim Design der Aufgabestellungen und in der Auswertung der Daten zurückgegriffen werden kann.
  - Drittens gibt hier, besonders bei Reparaturen, der Gegenstand unmittelbare Rückmeldung darüber, ob die Handlung erfolgreich war. Dies ist eine Voraussetzung dafür, dass sich der Versuchsleiter weitgehend zurückziehen kann.
  - Und viertens stellen Instandhaltungsaufgaben, in der Sachstruktur und damit auch zeitlich, vom Umfang und von den Freiheitsgraden her eingrenzbare Handlungen dar. Mit dem erfolgreich realisierten Weiterbetrieb ist, für die Probanden eindeutig erkennbar, die Instandhaltung abgeschlossen.

Ein gewichtiges Argument gegen eine Instandhaltungsaufgabe wäre die nur teilweise Abbildung typischer Merkmale einer technischen Handlung. Bei einer Reparatur sind nur wenige sinnvolle Varianten möglich, es gibt in aller Regel einen klar definierten Zielzustand, der eine eindeutige Zuordnung von richtig oder falsch ermöglicht. Gleichwohl ist eine Reparatur eine typische technische Handlung. Sie bezieht sich auf ein Artefakt in einem zweckorientierten Zusammenhang, sie unterliegt rationalen Entscheidungskriterien, und mit ihr ist der Modus des guten Funktionierens nicht nur möglich, sondern geradezu angestrebt. Zusätzlich ergibt sich aus der eingeschränkten Varianz ein forschungsstrategischer Vorteil: Durch die geringen Freiheitsgrade der Vorgehensweise bei einer Reparatur lassen sich die gewählten Varianten besser zwischen mehreren Probanden vergleichen als bei anderen technischen Handlungen.

Aus den genannten Gründen wurden Aufgaben im Bereich der Instandhaltung gesucht, genauer: im Bereich der Reparatur von Alltagsgegenständen aus dem Erfahrungsbereich der Kinder. Sie erlauben eine klare Aufgabenstellung („Repariere bitte den Gegenstand."), eine eindeutige Zielrichtung (Das Objekt soll am Ende wieder „funktionieren"), von den Kindern selbst aufstellbare Erfolgskriterien (Die Funktion des Objektes besteht darin, dass…) und die Möglichkeit der Überprüfung des Handlungserfolgs (Die Funktionstüchtigkeit des Objektes kann getestet werden).

Am Ende wurden drei Aufgabenstellungen eingesetzt.

<u>Aufgabenstellung 1: Reparatur eines Ballspiels mit Blattfeder</u>

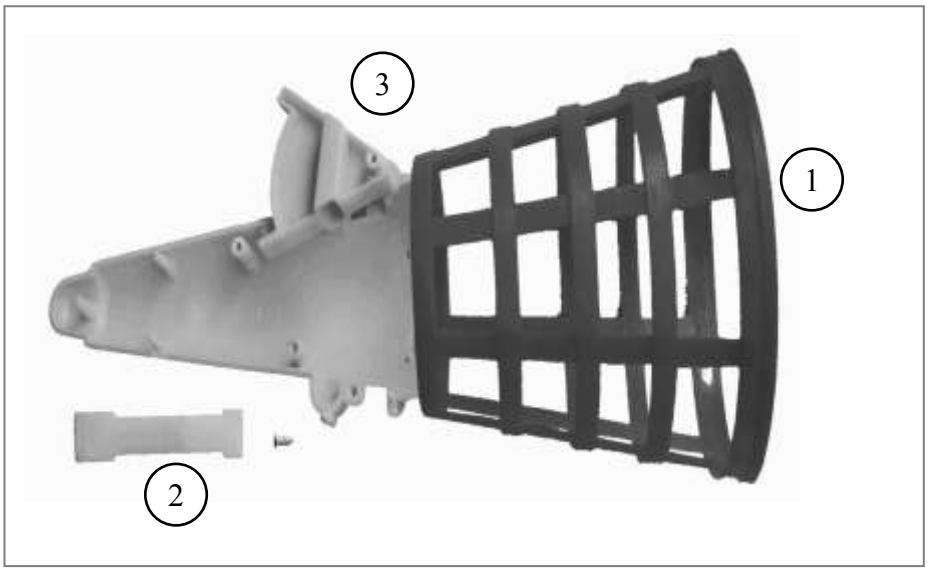


Abbildung 46: Das Ballspiel (Aufgabe 1)

Dieses Ballspiel ist weit verbreitet, Generationen von Kindern haben damit gespielt. Die Kinder bekommen das Spiel mit demontierter Blattfeder. Die Aufgabe enthält folgende Eckpunkte:

- Der Fangkorb (1) wird durch einen einfachen Bajonettverschluss gehalten. Er kann zur Reparatur abgedreht werden, aber auch montiert bleiben. Dann ist der Zugriff allerdings erschwert.
- Die Blattfeder (2) kann in vier verschiedenen Richtungen eingesetzt werden, wobei die Funktion nur bei einer einzigen Einbauvariante gegeben ist. Die Halterungen der Feder am Gehäuse des Spiels liegen offen und sind selbst bei montiertem Korb zu erkennen. Andere Aussparungen gibt es dort nicht, sodass sich ihre Funktion durch Anschauung und logisches Schlussfolgern erschließen lässt.
- Das Gehäuse lässt sich aufschrauben, sodass das Einlegen der Feder erleichtert wäre. Allerdings ist dieser Schritt nicht erforderlich, da mit demontiertem Fangkorb die Halterungen der Feder gut erreicht werden können und die Feder beim Eindrücken nicht bricht. Gleichwohl haben die vier Gehäuseschrauben einen gewissen Aufforderungscharakter – sie bieten an, das Gehäuse zu demontieren (vgl. oben: die Sprache der Dinge).

Ein zweckmäßiger Lösungsweg könnte folgendermaßen aussehen: Abdrehen des Fangkorbs, Einsetzen der Blattfeder, Testen der Funktion durch Drücken des Hebels (3), gegebenenfalls Demontieren der Feder und systematisches Wechseln der Einbaurichtung, jedes Mal abgeschlossen durch einen Test, Aufschrauben des Fangkorbes, Endkontrolle.

Aufgabenstellung 2: Reparatur des Tankas eines Handschuhs

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Kinder Tankas kennen. Sie dienen dem Sichern von Zugbändern in Kleidungsstücken oder Rucksäcken. Die Kinder bekommen einen Handschuh und den demontierten Tanka vorgelegt. Die Eckpunkte sind:

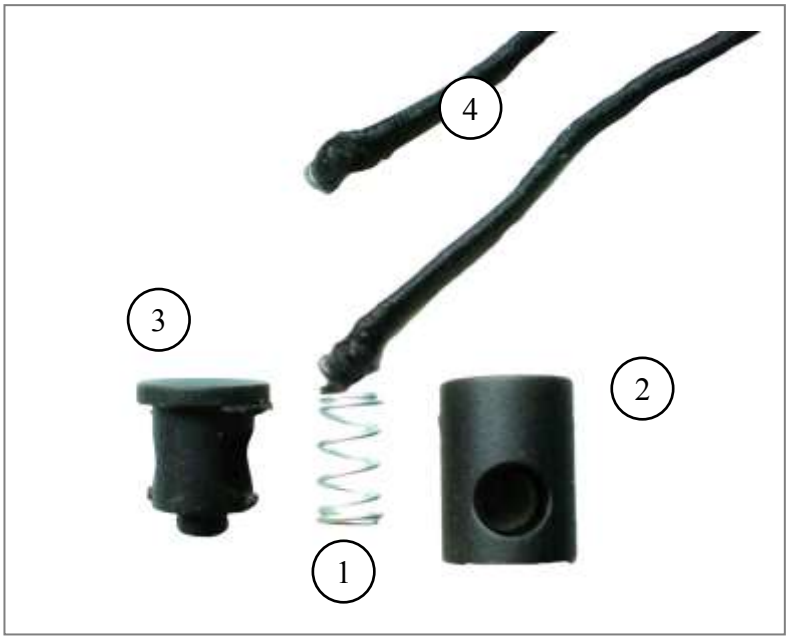


Abbildung 47: Der Tanka (Aufgabe 2)

- Einbau der Feder (1): Sie kann (korrekterweise) in das Gehäuse (2) gesetzt, aber auch in die Bohrung des Deckels (3) eingesteckt werden.
- Einführen der Kordeln (4): Die Kordeln können entweder vor der Gehäusemontage unterhalb oder oberhalb der Feder eingeführt werden oder, nach der Montage des Tankas, über der Feder. Dazu muss der Tanka so weit zusammengedrückt werden, dass die Kordel (korrekt) eingesetzt werden kann. Außerdem können die beiden Kordeln von einer Seite eingeführt werden (korrekt), aber auch von den entgegengesetzten.
- Sichern der Kordeln: Die Funktion des Tankas ist zunächst hergestellt, wenn die Kordeln durch die Bohrung des montierten Tankas geschoben werden. Dauerhaft ist die Funktion jedoch nur gegeben, wenn verhindert wird, dass der Tanka versehentlich herausgezogen wird.

Ein zweckmäßiger Lösungsweg sieht folgendermaßen aus: Einsetzen der Feder in das Gehäuse, Aufsetzen des Deckels und Aufdrücken bis zum Einrastpunkt, Zusammendrücken des Tankas, Einschieben beider Kordeln von einer Seite, evt. unterstützt durch ein schlankes Werkzeug, Test der Funktion, Sichern der Kordeln durch einen Knoten, Endkontrolle.

Aufgabenstellung 3: Reparatur einer Haarklammer

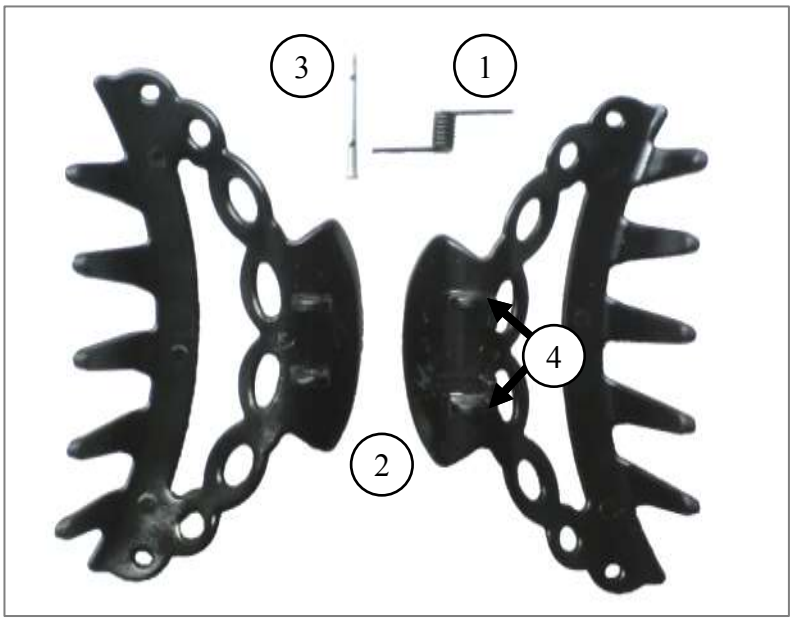


Abbildung 48: Die Haarklammer (Aufgabe 3)

Auch bei einer Haarklammer kann angenommen werden, dass die meisten Kinder sie kennen. Sie werden sie nur in seltenen Fällen selbst repariert haben, bei den Mädchen kann aber erwartet werden, dass sie eine ähnliche Klammer schon selbst genutzt haben. Das Herausrutschen des Sicherungsbolzens ist ein häufig vorkommender Defekt, die Kinder bestätigten das.

Folgende Eckpunkte enthält die Aufgabenstellung:

- Positionierung der Feder (1): Die Feder kann von außen (korrekt), aber auch von innen bzw. von unten in die beiden Klammerhälften (2) eingesetzt werden. Wird sie von innen eingesetzt, drückt sie die Klammerhälften auseinander, anstatt sie zusammenzuhalten.
- Funktion der Halterungen für den Sicherungsbolzen (3): Die Halterungen (4) sind so gestaltet, dass sie ineinandergeführt werden können. In die Bohrungen zur Lagerung des Bolzens könnten auch die Federenden geführt werden, wenn sie mit großer Kraft gebogen werden (falsche Montage).
- Einbaurichtung der Feder: Die Federenden sind nach einer Richtung hin gebogen. Die Feder kann dadurch unter großer Spannung (Federenden gegen die Klammer gerichtet, korrekte Lage) oder unter geringer Spannung (Federenden von der Haarklammer weg gerichtet) montiert werden. In korrekter Einbaurichtung muss eine große Spannung der Feder überwunden und gleichzeitig der Sicherungsbolzen einge-

schoben werden. Diese Kraft aufzubringen und gleichzeitig dafür zu sorgen, dass die Feder nicht abrutscht, ist selbst für Erwachsene ein schwieriges Unterfangen. Das Niederdrücken der Feder mit bloßen Händen verursacht Schmerzen. Hier ist der Einsatz eines Werkzeugs nicht unbedingt erforderlich, aber sehr hilfreich. Wird die Feder (falsch) mit geringer Spannung eingesetzt, ist der Bolzen nur lose in den Aufnahmen gelagert und rutscht bei Schräglage heraus.

Ein zweckmäßiger Lösungsweg sieht folgendermaßen aus: Klammerhälften zusammensetzen, Fixieren der Klammerhälften durch Einschieben des Sicherungsbolzens in die Bohrungen der einen Seite der Aufnahmen, Einsetzen und Niederdrücken der Feder mit Hilfe einer Zange, Nachschieben des Sicherungsbolzens, evt. unterstützt durch ein Werkzeug oder durch leichtes Öffnen und Schließen der Klammerhälften, Endkontrolle.

Ausschluss anderer Aufgabenstellungen

Bei der Reifenflick-Aufgabe der Vorstudie begann die Handlungssituation damit, dass der Versuchsleiter dem Probanden ein Fahrrad mit einem „Platten“ im Vorderreifen hinstellte und ihn bat, den Schaden zu beheben. Auch hier handelt es sich um eine Aufgabenstellung, die die Kinder aus ihrem Alltag heraus kennen. Nur wenige hatten einen Reifen selbst schon geflickt – hier herrschte kein anderes Bild vor als bei den letztlich ausgewählten Zugängen. Die Handlungsbeobachtungen erlaubten dem Versuchsleiter einen sehr authentischen Einblick in die Vorgehensweise der Kinder. Allerdings enthält die Problemstellung zwei Besonderheiten, die die Verwendbarkeit für die Studie einschränken. Zum einen wurden die Kinder bis auf wenige Ausnahmen dadurch in eine „Falle“ gelenkt, dass der Vorgang beim Reifenflicken dem normalen Kleben ähnelt, tatsächlich aber ein Vulkanisierungsvorgang ist. Trotz der dem Flickzeug beiliegenden Gebrauchsanleitung liefen viele Kinder in diese Falle. Dadurch entstanden zweitens sehr lange Versuchsdauern, bis zu 50 Minuten, und – die negativste Folge – der Versuchsleiter musste oft eingreifen, was den gesamten Versuch beeinflusste. Außerdem ergibt ein flüchtiger Test des auf diese Weise falsch geflickten Reifens den Anschein, er sei dicht. Dass dies nicht der Fall ist, zeigte sich mehrmals erst nach der Montage des Laufrads, sodass die Kinder, nach mühevoller Arbeit, wieder an den Anfang zurückkehren mussten: Laufrad demontieren, Mantel abziehen usw.

Insgesamt waren dies Hindernisse, die mehr Einblicke in die Durchhaltefähigkeit der Kinder erlaubten als solche, wie sie technische Probleme lösen. Für die Entwicklung der am Ende realisierten Problemstellungen waren die Erfahrungen mit der Reifenflick-Aufgabe aber eine

wertvolle Zwischenstation, weil viele Störgrößen erkannt und Alternativen entwickelt werden konnten.

Weitere Varianten, die durchgespielt wurden, sind das Einfädeln von Schnürsenkeln in einen Schuh, das Austauschen einer Bremse an einem Inlineskate, das Stricken mit der „Strickliesel“, das Annähen eines Knopfes oder das Zubereiten eines Rühreis nach Rezept. Letztendlich wurden die Aufgaben *Ballspiel*, *Tanka* und *Haarklammer* ausgewählt, weil sie eine Staffelung des Schwierigkeitsgrades enthalten und weil sie in einem einheitlichen Setting realisiert werden können.

Das Setting

Prinzipiell sollte eine Laboranordnung vermieden werden. Im Idealfall hätte der Versuchsleiter das Spiel mit den Kindern spielen müssen, wobei die Blattfeder hätte herausspringen müssen usw. Schon das Arbeiten an einem Tisch und das Bereitstellen von Werkzeug ist ein künstliches Arrangement. Bereits die Durchführung des Versuchs an der Schule der Kinder beeinflusste ihr Verhalten. Sie fühlten sich teilweise in einer Wettbewerbssituation. „Haben die anderen die Aufgabe geschafft?“ „Habe ich zu lange gebraucht?“ Das sind Fragen, die die Kinder wiederholt stellten, selbst nach einer Note für die Bewältigung der Aufgaben wurde einmal gefragt. So standen sich bei der Bewertung des Settings die gewohnte Umgebung der Kinder und der geringere organisatorische Aufwand auf der einen und die Nähe zu Schulsituationen auf der anderen Seite gegenüber. Da die negativen Einflüsse auch an einem anderen Ort wirksam werden können, wurde die Schule für die Versuche gewählt.

Das räumliche Arrangement

Die Versuche fanden in einem freien Raum der Schule statt. Die Kinder arbeiteten an einem Tisch, konnten sich auf einen Stuhl setzen, aber auch aufstehen und herumlaufen. Die Kamera wurde leicht schräg vor den Kindern aufgestellt.

Auf einem benachbarten Tisch, in direkter Sichtlinie, lag von jedem zu reparierenden Objekt ein weiteres, intaktes. Dies ist bei der Tanka-Aufgabe und bei dem Ballspiel unauffällig, weil sie paarweise genutzt werden. Bei der Haarklammer ist das Vorbild als Hilfestellung direkt erkennbar.

Das sächliche Arrangement

Die Kinder erhielten zu jeder Aufgabenstellung ein defektes Exemplar des zu reparierenden Gegenstands. Das intakte Exemplar auf dem Nachbartisch konnte jederzeit als Vorbild genutzt werden, wenn die Kinder das wollten. Es lag eine Auswahl an Werkzeugen bereit: ein

Hammer, verschiedene Schraubendreher, eine Kombizange, eine Telefonzange, eine Wasserpumpenzange, Maulschlüssel, ein Satz Inbusschlüssel. Durch das breite Angebot sollte eine Beeinflussung vermieden werden; in einer realen Situation müssen sich die Kinder auch für ein passendes Werkzeug entscheiden.

Das strategisch-zeitliche Arrangement

Der Versuch wurde jeweils mit einem einzelnen Kind durchgeführt. Zu Beginn wurde das Kind mit dem Arrangement vertraut gemacht und brachte das Ansteckmikrofon an seiner Kleidung an. Es wurde darüber informiert, dass es mehrere Aufgaben erhalte, dass es alle Gegenstände im Raum nutzen und dass es den Versuchsleiter jederzeit um Hilfe bitten könne. Anschließend wurde darauf hingewiesen, dass es jederzeit die Bearbeitung der aktuellen Aufgabe oder des ganzen Versuchs abbrechen könne.

Wenn es keine Nachfragen mehr gab, zeigte der Versuchsleiter den zu reparierenden Gegenstand und fragte das Kind, ob es ihn kenne und ob es wisse, wozu er diene. Verneinte das Kind, demonstrierte er den Zweck mithilfe des intakten Exemplars.

Nun wurde der demontierte Gegenstand auf den Tisch gelegt und das Kind aufgefordert, zu beschreiben, wie es vorhabe, bei der Reparatur vorzugehen.

Anschließend wurde die Aufgabe zur Bearbeitung freigegeben. Während der Arbeit wurden die Kinder in aller Regel nicht durch Rückfragen unterbrochen. Folgende Interventionen fanden unter definierten Bedingungen statt:

- Hilfsimpuls: Wenn ein Kind längere Zeit an einem Problem arbeitete, ohne weiterzukommen, fragte der Versuchsleiter: „Gibt es etwas, was dir helfen könnte?“ Diese Frage wurde auch dann gestellt, wenn das Kind deutliche Signale der Hilfesuche aussandte: längeres, hilfesuchendes Um-sich-Schauen, auffallend deutliches und wiederholtes Aufseufzen, leises Vor-sich-Hinmurmeln in der Art: „Wenn ich jetzt ein ‚X‘ hätte…“.
- Hilfe beim Hantieren: Wenn das Kind den Versuchsleiter fragte, ob er ihm etwas halten oder zusammendrücken könne, machte er möglichst genau das, was ihm das Kind sagte. Er fungierte dabei als „Organverstärkung“ oder „Organergänzung“, gab jedoch keine Tipps, wie das vorliegende Problem gelöst werden könnte.
- Lösungshinweis in Sackgassen-Situationen: Wenn ein Kind sehr lange und hoffnungslos an einem Problem scheiterte (mindestens drei Minuten, deutliche Signale der Resignation wie lautes Seufzen, hilflose Blicke, Einstellen der Arbeit am Gegenstand), und wenn die Frage, ob es etwas gäbe, was ihm helfen könnte, negativ beant-

wortet wurde, intervenierte der Versuchsleiter zweistufig: Zunächst fragte er, ob das Kind abbrechen wolle. Wenn das verneint wurde, legte er ihm das intakte Exemplar vor, wenn es noch nicht genutzt worden war.

Die Versuche wurden mit einer Steigerung der Schwierigkeit angeordnet. Zuerst bekamen die Kinder die Aufgabe *Ballspiel*, die sich ohne Eingriff in das Gehäuse und mit nur einem zu montierenden Bauteil erledigen lässt. Als zweite Aufgabe folgte die Reparatur des *Tanka*. Sie bietet mehr Freiheitsgrade, gleichwohl kann die Positionierung der Bauteile durch Ausprobieren und Schlussfolgern ermittelt werden. Den Abschluss bildete die Aufgabe *Haarklammer*. Sie enthält nicht nur eine größere Variantenmöglichkeit der Montage, sondern ist von der erforderlichen Handfertigkeit und der aufzubringenden Kraft her die anspruchsvollste. Wie schon erwähnt, drängt sich hier eine Werkzeugnutzung deutlich auf.

6.4 Datenerhebung

Erfasst wurden die Daten von 21 Kindern, wobei die Filmaufnahmen von einem Kind durch einen technischen Fehler nicht mehr abgespielt werden können. Letztlich kann auf eine Stichprobe von n=20 zurückgegriffen werden. 14 Kinder waren zum Zeitpunkt der Erhebung 9 Jahre, sechs Kinder waren 10 Jahre alt. Die Geschlechterverteilung ist genau paritätisch.

6.4.1 Operationalisierung der Fragen zur strategischen Ausrichtung der Handlungen

Die Daten wurden mit einem Kategoriensystem kodiert, das aus einem Teil der Forschungsfragen *(Ff)* gebildet wurde.

Fragekomplex I: Strategische Formen der Handlungsregulation

Qualitative Variablen	***Definitionen***	***Variablenausprägungen***	***Kodier-regeln***
Ff I.1 Welche Formen der Informationsbeschaffung nutzen die Kinder?			
Formen der Informations-beschaffung	Das Kind reagiert auf Misserfolg nicht mit „sturem" Weiterverfolgen oder mit blindem Ausprobieren, sondern mit gezielter Informationsbeschaffung.	- Vp untersucht den Ggs. gezielt, z. B. durch langes Betrachten, Drehen und Betrachten von verschiedenen Seiten, Hantieren mit dem Ggs. oder durch Demontage; - Vp holt sich das Vorbild und betrachtet es; - Vp fragt den Vl gezielt; - Vp fragt nach Zeichnung oder schriftl. Anleitung.	Bei Untersuchung des Ggs. auf Unterschied zu normalem Teilschritt achten.
Formen von Testhandlungen	Das Kind setzt Tests ein, um Zwischenstände oder den Endstand abzusichern.	- Vp testet den Erfolg eines Teilschritts; - Vp führt Endkontrolle durch.	In Zweifelsfällen dem Hantieren zuordnen, nicht dem Testen.
Ff I.2 Wie werden reine Reflexionsphasen im Handlungsverlauf platziert?			
Reflexions-phasen	Das Kind unterbricht den Handlungsfluss und denkt nach.	- Vp legt eine Pause ein und denkt erkennbar nach, es schaut nach oben; - leises Vor-sich-Hinmurmeln: „Da müsste man doch…" „Wenn ich ein X hätte…"; - Laute wie „Ähh", „Mmh".	---
Ff I.3 Welche Rolle spielt das Nutzen von Werkzeugen im Handlungsverlauf?			
Werkzeug-auswahl zur Unterstützung	Das Kind erkennt die Instrumentalität von Werkzeug.	- Vp setzt Werkzeug ein; - Vp greift nach Werkzeug, überlegt, legt es wieder weg; - Vp betrachtet die Werkzeuge, überlegt; - Vp wechselt von einem Werkzeug auf ein anderes.	Keine Bewertung zwischen sinnvoller und nicht sinnvoller Auswahl.
Ff I.4 Inwieweit sind die Kinder in der Lage, vor der Handlung einen Plan aufzustellen, der wesentliche Handlungselemente enthält?			
Handlungs-plan	Der präaktionale Plan gibt wesentliche Handlungselemente wieder	- Im Plan werden die Bauteile erfasst; - einzelne Teilschritte werden genannt; - die Teilschritte werden in einer Reihenfolge angeordnet; - in der Handlung wird dem präaktionalen Plan gefolgt.	Auf sinnhaltige Benennungen achten; Objekt- und Prozessbeschreibung unterscheiden.

Tabelle 11: Kategoriensystem zur strategischen Ausprägung der Handlungen

6.4.2 Kategorisierung der Daten zur technischen Sozialisation

Fragekomplex II: Einflussfaktoren der technischen Sozialisation

Forschungsfrage II.1: Welchen Bezug zu Technik bestimmt das familiäre Umfeld der Kinder der Stichprobe?

Die Angaben zum Technikstil des familiären Lebensumfeldes wurden in drei Ausprägungen erfasst:

- Als *techniknahes* Umfeld wird bezeichnet, wenn mindestens ein Elternteil in einem technischen Beruf arbeitet und das Kind dabei insofern einbindet, dass es ungefähr erklären kann, was das Elternteil bei der Arbeit tut bzw. es schon einmal bei der Arbeit dabei war, wenn zuhause eine Werkstatt oder Werkbank genutzt wird, wenn auch komplexe Geräte genutzt werden, wenn Reparaturarbeiten regelmäßig selbst erledigt werden.
- In einem *technikaffinen* Umfeld werden vielfältig Geräte eingesetzt, das Kind kann Beispiele berichten, aus denen geschlossen werden kann, dass dabei auf sachgerechten Einsatz geachtet wird, kleinere Reparaturen und Wartungsarbeiten werden selbst durchgeführt.
- *Technikfern* wird ein Umfeld genannt, wenn selbst kleinere Reparaturen an Fachleute vergeben werden (Reifen wechseln, gelöste Teile festschrauben; ein Kind berichtete, dass ein Freund der Eltern vorbeikommt, wenn Leuchtstoffröhren ausgewechselt werden), wenn von Sachsystemen nur die einfachsten Funktionen genutzt (anschalten, Funktion auswählen, konsumieren, ausschalten), aber schon Einstellungen nicht selber vorgenommen werden (Sender einstellen, Programme installieren), wenn die Eltern zur Montage von Möbeln Hilfe bei Bekannten suchen.

Forschungsfrage II. 2:Welche Erfahrungen mit technischen Handlungen machen die Kinder der Stichprobe?

Die Extremvarianten der Technikverwendung sind aktiv-gestaltende und passiv-konsumtive[102] Formen. In der Vorstudie zeigte sich, dass diese Einteilung zu vielen Zweifelsfällen führt. Ein Teil der Kinder berichtete von einer Nutzungshaltung, die sehr wohl deutlich aktiven Charakter hat, ohne aber selbst Technik zu gestalten. Es scheint unter der Frage nach alltäglicher Technikverwendung nicht zielführend, Kinder, die Technik lediglich nutzen und schon bei kleineren Wartungsanlässen Geschwister oder Eltern hinzuziehen, un-

[102] Zum konsumtiven Nutzungsstil von Jugendlichen s. beispielsweise acatech und VDI (2009, S. 62f).

ter derselben Ausprägung einzuordnen wie solche, die Technik nutzen, dabei aber eigenständig Akkus aufladen, ein DVD-Gerät programmieren, den Fußball aufpumpen, in Bedienungsanleitungen nachlesen, um eine zusätzliche Funktion einsetzen zu können usw. Aus diesen Gründen wurden drei Ausprägungen des Merkmals *Technikverwendung* unterteilt:

- Als *aktiv-gestaltend* wird eine Nutzung von Technik interpretiert, wenn das Kind mehrere Beispiele nennen kann, dass es Dinge baut, z. B. einen Unterstand aus Holz oder ein kleines Regal, dass es selbst Dinge repariert, dass es Hand- bzw. Bastelarbeiten ausführt, dass es eigenständig kocht usw.
- Zur *aktiv-nutzenden* Gruppe werden Kinder zugeordnet, die Gegenstände nutzen und dabei auf sachgemäße Verwendung achten, z. B. indem sie Bedienungsanleitungen heranziehen, die nicht nur Filme mit dem DVD-Gerät anschauen, sondern es auch zur Aufnahme programmieren können, die am PC nicht einfach spielen bzw. damit im Internet surfen, sondern Programme installieren, die Texte gezielt in ein bestimmtes Verzeichnis speichern, die Fahrradreifen aufpumpen usw.
- Als *passiv-konsumtive* Haltung gegenüber Technik wird bezeichnet, wenn ein Kind durchgängig bei Sachsystemen nur Grundfunktionen nutzt, wenn es auch einfache Wartungsarbeiten von anderen durchführen lässt, wenn es nur über einfaches Bedienerwissen und nahezu über kein Strukturwissen verfügt, selbst bei häufig verwendeten Gegenständen.

6.4.3 Operationalisierung der Fragen zur Handlungsperformanz

Forschungsfrage II. 3:Welche Einflüsse zwischen den technischen Lebensbezügen und der Handlungsperformanz der Kinder lassen sich feststellen?

Die Handlungsperformanz wird zum einen über die abschließende Bewertung erfasst, ob die Reparatur erfolgreich oder nicht erfolgreich ist. Der einzige Zweifelsfall ist bei der Tanka-Aufgabe gegeben, wo strittig sein könnte, ob die Reparatur auch ohne den Knoten, der den Tanka vor dem Herausrutschen sichert, erfolgreich bewältigt ist. Hier zeigte eine Recherche an Gebrauchsgegenständen (Handschuhe, Jacken, Rucksäcke, Verpackungshüllen von Schlafsäcken), dass diese Sicherung standardmäßig vorgesehen ist. Als Kompromiss wurde entschieden, dass in den Fällen, in denen der Proband den Knoten nicht anbringt, der Versuchsleiter zunächst darauf hinweist, dass noch eine kleine Ergänzung zum Erfolg fehlt. Wenn das keine Reaktion auslöst, wird der intakte Handschuh als Vorbild hingelegt.

Außerdem wird bei der Erfassung der Handlungsperformanz das Einsetzen arbeitserleichternder und erfolgsichernder Maßnahmen erfasst, insbesondere folgende Maßnahmen:

- Informationssuche am Arbeitsgegenstand, z. B. durch intensives Betrachten, durch Betätigen, durch aufmerksame Demontage und Montage;
- Informationssuche am Vorbild: Testen der Funktion, Betätigen, Nebeneinanderlegen von Arbeitsgegenstand und Vorbild mit visuellem Abgleich, Demontage und Analyse des Vorbilds;
- Informationsbeschaffung durch Befragung des Versuchsleiters;
- Tests zur Absicherung des Erfolgs eines Teilschrittes oder der Gesamthandlung;
- Nutzen von Werkzeug;
- Handlungsunterbrechung zur intensiven Reflexion.

Die Auswertung dieser Maßnahmen wird mit den Daten zur technischen Sozialisation abgeglichen.

Forschungsfrage II. 4: Welche geschlechtsspezifischen Unterschiede sind in der Art und Weise des Zugangs zu technischen Problemstellungen zu beobachten?

Zur Beantwortung dieser Frage werden die Daten zur Handlungsperformanz daraufhin analysiert, ob bestimmte Merkmalsausprägungen bei einem Geschlecht gehäuft auftreten.

6.5 Formen der Datendarstellung

Die ermittelten Daten werden mit vier Instrumenten dargestellt: mit einem Handlungsprotokoll, mit einer Handlungsbeschreibung, mit einem „Handlungsstrukturplan“ und in tabellarischer Form (s. auch: Materialband).

6.5.1 Überblick über die Vorgehensweise bei der Datendarstellung

Aus dem Handlungsverlauf wird mithilfe der Filmaufnahmen zunächst ein *Handlungsprotokoll* erstellt. Dabei wird eine zeitliche Vertaktung von 5 Sekunden gewählt. Sie erwies sich in der Vorstudie als praktikabel (s. u.) und zeigte im Abgleich mit einem zweiten Rater weitgehende Übereinstimmungen.

Die Handlungsschritte des Protokolls werden nach den erfassten *Strategien* kodiert. Versuche mit normierten Strategien, beispielsweise entlang eines Idealverlaufs der Reparatur, wie er oben bei der Darstellung der Aufgabenstellungen aufgelistet wurde (s. Kapitel 6.3.3), erwiesen sich als nicht praktikabel. Die Kinder wählen Vorgehensweisen, die weder voraus-

sehbar sind noch sich mit einer „Norm“ vergleichen lassen. Daher müssen die Strategien mehr oder weniger ad hoc eingeteilt werden.

Anschließend werden die Handlungen in Form einer *offenen Handlungsbeschreibung* protokolliert. In dieser Darstellung werden Besonderheiten erfasst, die in ihrer Einmaligkeit, aber auch in ihrer Sinnhaltigkeit, nicht kodiert werden können. Ob sie erkannt werden, hängt von der Sensibilität des Beobachters ab. Er sollte über Erfahrungen in der Beobachtung von Handlungen verfügen, damit er „Wesentliches“ erkennen kann. Er muss die Aufgabenstellungen selbst gelöst haben, sonst kann er die Probleme, die sich den Kindern bieten, nicht verstehen. Mit den offenen Handlungsbeschreibungen lassen sich keine quantifizierbaren oder objektiven Größen darstellen. Dafür ergeben sich mit ihrer Hilfe Einblicke in die Vorgehensweise der Kinder, die durch die anderen Darstellungsvarianten nicht abgebildet werden können.

Die Angaben aus dem Interview *zum familiären Umfeld und zum alltäglichen Umgang mit Technik* werden nach den aufgeführten Kodierregeln ausgewertet. Sie werden als „Kopfbereich“ dem Handlungsprotokoll vorangestellt und in die tabellarische Datenerfassung übertragen.

Ausgehend vom Verständnis einer Handlung als rekursiver Prozess wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem sich die strategische Struktur der Versuchshandlungen darstellen lässt. Es handelt sich um ein Flussdiagramm, in dem Handlungsfortschritt, Handlungsschleifen und die verfolgten Strategien abgebildet werden. Für diese Form der Darstellung wird hier der Begriff *„Handlungsstrukturplan“* verwendet. Eine Struktur stellt die Anordnung einzelner Elemente zu einem Ganzen dar, enthält also Informationen zu den Elementen und ihren Beziehungen zueinander. Ein Plan ist die (übersichtliche, oft auch verkleinerte) Darstellung eines Sachverhaltes, Vorhabens oder Prozesses, aber auch eine Vorstellung davon, wie eine Person eine Absicht in die Tat umsetzen könnte. Hier liegt der Bedeutungsschwerpunkt auf der grafischen Darstellung, auf einer Anordnung, die als eine Art *Grundriss der Handlung* betrachtet werden kann. In den Strukturplänen können die kodierten Strategien abgebildet werden, und zwar in ihrer Häufigkeit, in ihrer strategischen Abfolge und in ihrer Platzierung (linear oder in Handlungsschleifen, Richtung der Zielverfolgung, Abfolge bestimmter Strategien usw.). Es ergibt sich ein schneller Überblick über die Art und Weise der Zielannäherung.

6.5.2 Die Instrumente zur Datendarstellung

Da kein Instrumentarium vorhanden war, mit dessen Hilfe die Daten zweckmäßig dargestellt werden können, wurden im Rahmen der Evaluierung der Vorstudie drei Varianten entwickelt.

Die Handlungsprotokolle

Zunächst werden die Videomitschnitte protokolliert. Dies erfolgt über die Transkriptionssoftware „f4“, die eine Verlinkung des Textprotokolls mit der zugehörigen Filmsequenz ermöglicht und die über ein Pedal gesteuert werden kann, was die Auswertung erleichtert. In der Vorstudie wurde eine geeignete *Vertaktung* ermittelt (vgl. Binder 2012a).

Das Grundproblem einer jeden Übersetzung einer Datenform in eine andere besteht darin, dass Interpretationen gemacht werden müssen. Die Zweckorientierung von Handlungen stellt eine Inhaltlichkeit dar, die bei der Analyse der Daten verfügbar sein muss. Hacker stellt die These auf, dass Handlungen einer Grammatik folgen (Hacker 1983). Um in diesem Bild zu bleiben, muss für die Beantwortung der in der vorliegenden Studie verfolgten Fragestellungen die semantische Ebene der Handlungen erfasst und dargestellt werden. Dabei stellt sich jedoch das Problem des Auflösungsgrads des analysierenden Blicks.

<u>Zum Problem des Auflösungsgrads der Daten</u>

Teilaktionen des kontinuierlichen Handlungsstroms müssen im Rahmen der Versprachlichung zu Einheiten zusammengefasst werden. Das führt zu Abgrenzungsproblemen, was an einem Beispiel aufgezeigt werden soll:

Auflösungsgrad A	Auflösungsgrad B	Auflösungsgrad C	Auflösungsgrad D	Auflösungsgrad E
An-setzen der Fe-der	Ansetzen der Feder von oben und in falscher Einbaurichtung	Nimmt die Feder vom Tisch	Führt die Hand in Richtung Feder	Hebt die Hand vom Tisch
				Bewegt sie von oben auf die Feder zu
				Stoppt kurz vor der Feder
			Fasst die Feder im Pinzettengriff	Krümmt gleichzeitig Daumen und Zeigefinger
				Bewegt sie bis an die Feder heran
				Erfasst die Feder
			Führt sie auf Höhe der Klammer	…
				…
				…
		Schaut sie an	…	…
				…
				…
			…	…
				…
		Dreht sie mit den Federenden nach oben	…	…
				…
				…
			…	…
				…
				…
		Setzt sie an die Klammer an	…	…
				…
				…
			…	…
				…
		Richtet sie mittig aus	…	…
				…
				…
			…	…
		…	…	…
	Umdrehen der Feder, Ansetzen von oben	…	…	…
		…	…	…
				…
				…
Datenmenge				

Tabelle 12: Auflösungsgrade in der Handlungsbeobachtung

Die Tabelle stellt den Blick auf eine kurze Handlungssequenz aus der Haarklammer-Aufgabe dar, und zwar auf das Einsetzen der Feder in die Halterung der beiden Klammerhälften. Der Auflösungsgrad der Beobachtung (und der Darstellung) nimmt von links nach rechts zu, das heißt, es werden immer feinere Details erfasst. Im selben Umfang wächst die Datenmenge. Während in Spalte A der Vorgang des Einsetzens als Ganzes dargestellt wird, wird in Spalte B das Ansetzen in zwei verschiedenen Einbaurichtungen abgebildet. Mit zunehmendem Auflösungsgrad wird die Aktion kleinteiliger erfasst, bis sie in der rechten Spalte in einzelne Bewegungen der Gliedmaßen des Handelnden aufgelöst ist.

Selbstverständlich kann die Tabelle nach links und nach rechts erweitert werden, also die Betrachtung immer „grobkörniger“ oder „feiner“ erfolgen. Das Kriterium für die Wahl des zweckmäßigen Auflösungsgrads ergibt sich aus den Forschungsfragen, für die die Daten

ausgewertet werden sollen. In dieser Arbeit richten sie sich auf die von den Kindern eingesetzten Strategien der Zweckverfolgung und der Optimierung. Die beobachteten Handlungen sollen hinsichtlich ihrer Intentionalität und Instrumentalität erfasst und gewichtet werden. Eine solche Bewertung lässt sich mit feinauflösenden Beobachtungen wie in Spalte E nicht durchführen. Hier werden Bewegungen von Körperteilen dargestellt, die keine Aussagen über die semantische Ebene der Handlung erlauben. Spalte A wiederum bietet zu grobe Informationen, um die Besonderheit der individuell gezeigten Handlung erfassen zu können.

Zum Problem der Reliabilität der Einteilung der Analyseeinheiten

In der Vorstudie wurde mit verschiedenen Verfahren experimentiert. Dabei ergaben sich im Abgleich mit einem zweiten Rater große Unterschiede in der Einteilung, wenn versucht wurde, Teilhandlungen inhaltlich-intentional abzugrenzen. Die groben Linien der Handlung stimmten jeweils überein, die Zahl der Teilschritte und die jeweils zusammengefassten Einheiten zeigten jedoch eine so große Variabilität, dass sich schwerlich objektive Aussagen machen lassen konnten.

Letztlich erwies sich als erfolgreichste Forschungsstrategie, für die Versprachlichung zuerst ein semantikfreies Einteilungskriterium zu wählen, nämlich eine zeitliche Vertaktung. Der Grundgedanke dieser Vorgehensweise ist, dass sich über die zeitliche Einteilung gleichmäßige Betrachtungseinheiten ergeben, die ein Grundgerüst für die anschließende semantische Interpretation bilden. Das zunächst erprobte Zehnsekunden-Intervall erwies sich als zu grob, da zu oft innerhalb einer Einheit Aktionen unterschiedlicher inhaltlich-strategischer Bedeutung zusammengefasst werden mussten.

Eine Fünfsekunden-Vertaktung führt dagegen zu einer Auflösung, die in etwa der in Spalte B formulierten entspricht (s. Tabelle 12) [103]. Bei der Versprachlichung der beobachteten Aktionen ergeben sich so semantische Einheiten, bei denen selten ein Takt in zwei unterschiedliche Ausrichtungen des Handelns aufgeteilt werden müssen. Da sich häufig eine Aktion über mehrere Einheiten hinweg erstreckt, sind öfter mehrere Takte mit derselben inhaltlichen Zuordnung versehen (im Protokoll mit „dito“ aufgeführt). Sie können in der Auswertung problemlos zu zusammenhängenden Teilschritten synthetisiert werden. Wo eine Aktion kürzer als fünf Sekunden dauert, muss bei der Protokollierung entschieden werden, ob zwei Aktionen zu einer zusammengefasst werden oder ob sich dafür die folgende über eine geringfügig längere Spanne erstreckt. Dies führt innerhalb der Takte zu leichten Verschiebun-

[103] Atteslander stellt ein von Flanders entwickeltes Verfahren zur Beobachtung von Lehrer-Schüler-Interaktionen vor, das auf Intervallen von 3 Sekunden aufbaut. Atteslander selbst kommt zu einer Vertaktung von 5 Sekunden (Atteslander 2003, S. 96).

gen, die sich aber insgesamt ausgleichen, weil beispielsweise eine Aktion A1 nach vier Sekunden beendet ist, die folgende (A2) länger dauert usw. (vgl. Abbildung 49).

Beobachtungseinheit 30 Sekunden					
5“	5“	5“	5“	5“	5“
A1	**A2**		**A3**	**A4**	
Einbau Feder	denkt nach	dito	dreht Feder	Einbau Feder	dito

Abbildung 49: Vertaktung, tatsächliche Aktionsdauer und Protokollierung

Da eine zeitliche Erfassung der Handlungen nicht angestrebt wurde, sind diese Verschiebungen nicht nur geringfügig im Ausmaß, sondern letztlich unbedeutend. Der Vorteil dieser Strategie liegt darin, dass die Takte zu einer interpretationsfreien Einteilung der Handlung führen. Die so ermittelten Einheiten sind wiederum so kurz, dass sich bei der inhaltlichen Interpretation (*Was* geschieht gerade?) nur geringe Unterschiede zwischen den beiden Ratern zeigten. Das sich ergebende Ablaufprotokoll bietet eine zweckmäßige Grundlage für die anschließende Einteilung der Aktionen in Phasen gleicher Handlungsstrategie. Diese unterliegt dann einem großen Interpretationsspielraum, der sicher von Betrachter zu Betrachter zu unterschiedlichen Einschätzungen führen wird.

Kriterien der Einteilung	**Darstellung in der Verschriftlichung**				**Ausmaß an Objektivität und an inhaltlicher Aussagekraft**
Vertaktung	5“	5“	5“	5“	Objektiv, aber inhaltsleer
Beschreibung: Was ist zu beobachten?	*denkt nach*	*dito*	*dreht Feder*	*Einbau*	Relativ große Objektivität – Darstellung des Inhalts
Interpretation: Strategie bzw. Taktik der Handlung	**Variante 1**	*Reflexion*	*beliebiges Variieren d. Vorgehensweise*		Großer Interpretationsspielraum, oft nur aus dem Kontext erschließbar – große inhaltliche Aussagekraft
	Variante 2	*Entwickeln einer Strategie zur weiteren Vorgehensweise*			

Tabelle 13: Inhaltliche Aussagekraft und Ausmaß an Objektivität in der verfolgten Strategie der Handlungsgliederung

In Tabelle 13 ist oben die „objektive“ Zeitstruktur abgebildet; die *Vertaktung* hat keinen inhaltlichen Bezug zur beobachteten Handlung und dient damit als neutrales Intervall einer *Beschreibung* der Handlung, die noch relativ wenig Interpretationsspielraum lässt. Darauf baut

die stark *interpretierende Einteilung* von Strategien bzw. Taktiken[104] des Handelnden auf. Das Zusammenfassen mehrerer Takte zu *strategischen Einheiten* erfordert Feingefühl und Handlungsverständnis des Beurteilenden – beides Kategorien, die nicht quantifizierbar oder exakt sein können (in der Tabelle sind zwei mögliche Varianten aufgeführt). Erst nach mehreren Auswertungen kristallisieren sich Einteilungen heraus, die auf die Handlungen mehrerer Probanden Anwendung finden können. Typische Zusammenfassungen sind „Montage: Einbau der Feder bei montiertem Fangkorb“ (Ballspiel), „Einfädeln des Zugbands“ (Tanka) oder „Sicherung der Klammer mit dem Bolzen“ (Haarklammer). Für alle Aufgabestellungen stellten sich drei immer wiederkehrende, gleichsam universal eingesetzte Strategien heraus: Test, Reflexion und Orientierung (Sichtprüfung des Gegenstands, eine Kombination aus Herumschauen und Nachdenken, Ausprobieren verschiedener Lösungsformen ohne erkennbaren Umsetzungswillen).

Kodierung der Merkmale

Als dritter Schritt werden den verschriftlichten Handlungstakten die kodierten Merkmale zugewiesen. Um sie kenntlich zu machen, wurden die entsprechenden Takte farbig formatiert. Im Vortest wurden dazu die Video-Analyseinstrumente *atlas.ti*, *videograph* und *maxqda* getestet. Sie bieten einen großen Funktionsumfang, angefangen vom direkten Zuweisen von Kodes zu Videosequenzen über Unterstützung beim Transkribieren bis zu verschiedenen Formen des Datenimports und der Datenanalyse. Letztlich wurde jedoch auf Werkzeuge normaler Office-Software zurückgegriffen, weil sie für das Hin- und Herwechseln zwischen Textverarbeitung, Tabellenkalkulation und Erstellen von Flussdiagrammen den einfachsten und variabelsten Zugang bieten.

Die Handlungsprotokolle werden in folgender Form dargestellt:

[104] Miller et al. unterscheiden Strategien, die Pläne auf einer größeren, „molaren“ Ebene darstellen, von Taktiken, die sich auf einer unteren Ebene, der „molekularen“, bewegen (vgl. Miller et al. 1991, S. 26).

Die Tanka-Aufgabe

Strategien	Ablauf	
1. Orientierung	00:00 Sichtprüfung Tankagehäuse	00:05 dito
2. Montage I: Tanka zusammensetzen	00:10 Setzt Feder in Gehäuse und Deckel auf 00:15 dito	00:20 dito 00:25 dito
3. Montage II: Kordeln einführen	00:30 Fädelt beide Kordeln in die Bohrung 00:35 dito 00:40 dito 00:45 Nimmt Schraubendreher 00:50 Drückt Kordeln damit in die Bohrung	00:55 dito 01:00 dito 01:05 dito 01:10 dito 01:15 dito. Fertig!
4. Test	01:20 Testet: Tanka hält	
5. Intervention	01:25 Sichtprüfung Vorbild	
6. Montage III: Kordeln sichern	01:30 Macht einen Knoten	
Aufgabe erfolgreich gelöst		

Abbildung 50: Beispiel für ein Handlungsprotokoll

Die linke Spalte des Protokolls beinhaltet die eingeteilten Strategien. Die einzelnen *Handlungsschritte* werden zunächst durchlaufend mit arabischen Ziffern nummeriert, um den Abgleich mit den Strukturplänen (s. u.) zu erleichtern. Die *Strategien* sind mit römischen Ziffern nummeriert, um Wiederholungen, aber auch Variationen kenntlich machen zu können. Die Kategorien sind folgendermaßen formatiert:

- Informationssuche am Gegenstand (orange)
- Externe Informationssuche (Betrachten und Testen des Vorbilds, Befragen des Versuchsleiters; blau)
- Werkzeugwahl (grün)
- Reflexionsphase (grau)
- Test (rot).

Die Pläne der strategischen Handlungsstruktur

Der Handlungsverlauf wird anschließend in Form eines Flussdiagramms dargestellt, wobei die kodierten Strategien markiert sind. Die technische Umsetzung erfolgte mit der Software *Visio*, einem Programm zur Erstellung von Diagrammen. Sie erleichtert mit der Funktion „Automatischer Verbinder“ das Herstellen von Verknüpfungen zwischen grafischen Elementen, die beim Verschieben an den Formelementen angeheftet bleiben, sodass Anordnungen einfach korrigiert werden können. Ein großer Vorteil ist die zuverlässige Einbindung der Diagramme in die Office-Programme mit der Option, sie direkt aus der Textverarbeitung heraus zu bearbeiten.

Zum Aufbau der Strukturpläne

Die Anordnung der Strukturpläne basiert auf Wiesenfarths Überlegungen zu elementaren technischen Handlungen, insbesondere zur Bedeutung, die er dem *äußeren Probehandeln* als Vorläufer des *inneren Probehandelns* zuspricht. „Es lassen sich Handlungsschritte beobachten, die zunächst als äußeres Probehandeln beginnen. Solche Schritte dienen allgemein direkt dazu, der Lösung, der Zielvorstellung näher zu kommen. Die Wahrnehmung der Auswirkungen des Schrittes kann Anlass sein, zu Variationen überzugehen. Stellen sich dann dazu noch Fragen ein oder werden Vermutungen über den Verlauf der Variationen (unausgesprochen) aufgestellt, so gehen die äußeren Probierschritte in ein *Erkunden* über. Für Momente oder für eine längere Zeit wird die Lösungsfindung (das aktuelle Handlungsziel) aus den Augen verloren.“ (Wiesenfarth 1995, S. 64) Diese Momente des Hintenanstellens des Bedürfnisses sind im Zusammenhang mit Grundfragen dieser Arbeit von besonderer Bedeutung: Welche strategischen Formen der Handlungsregulation, die dazu dienen, den Modus des guten Funktionierens herzustellen, lassen sich erkennen? Wie werden sie im Verlauf des Handlungsprozesses eingesetzt? Solche Handlungsschritte, die das *ungebrochene, unverzögerte Handeln* unterbrechen, sind charakterisiert durch eine *Auflösung von Erkenntnis-, Planungs- und Ausführungsmomenten* und bieten, so Wiesenfarth, Hinweise auf eine beginnende Unterscheidung von Planung und Ausführung (alle kursiven Satzteile: ebd.). All dies sind Optimierungsstrategien, die hier erfasst werden sollen.

Sie werden in den Strukturplänen durch die unterschiedlichen Abbildungsrichtungen der Handlungsschritte umgesetzt. Schritte, die „ungebrochen und unverzögert“ in Richtung Ziel ausgeführt werden, sind von links nach rechts abgetragen (+X; vgl. Abbildung 48). Teilschritte, die eine Unterbrechung der Zielerreichung darstellen, Reflexionsphasen etwa, Betrachtungen des Gegenstands oder Informationsbeschaffungen, werden als Handlungsverzögerung gedeutet und senkrecht abgebildet (+Y). Wird auf einen bereits vollzogenen Teilschritt zurückgegriffen, so bewegt sich der Handelnde zu einem früheren Zustand zurück. Solche Rekursionen werden nach links abgetragen (-X). Jeder erfasste Handlungsschritt (im Protokoll arabische Ziffern) wird durch einen Kreis dargestellt, der die Nummerierung aus dem Protokoll trägt. Die Kodierungen werden durch eine Einfärbung der Kreise sichtbar gemacht, wobei die Farbformatierung der Handlungsprotokolle übernommen werden. Zusätzlich werden die Handlungsstrategien, die in den Protokollen mit römischen Ziffern nummeriert sind, in einer Basiszeile dargestellt. Ein musterartiger Strukturplan sieht folgendermaßen aus:

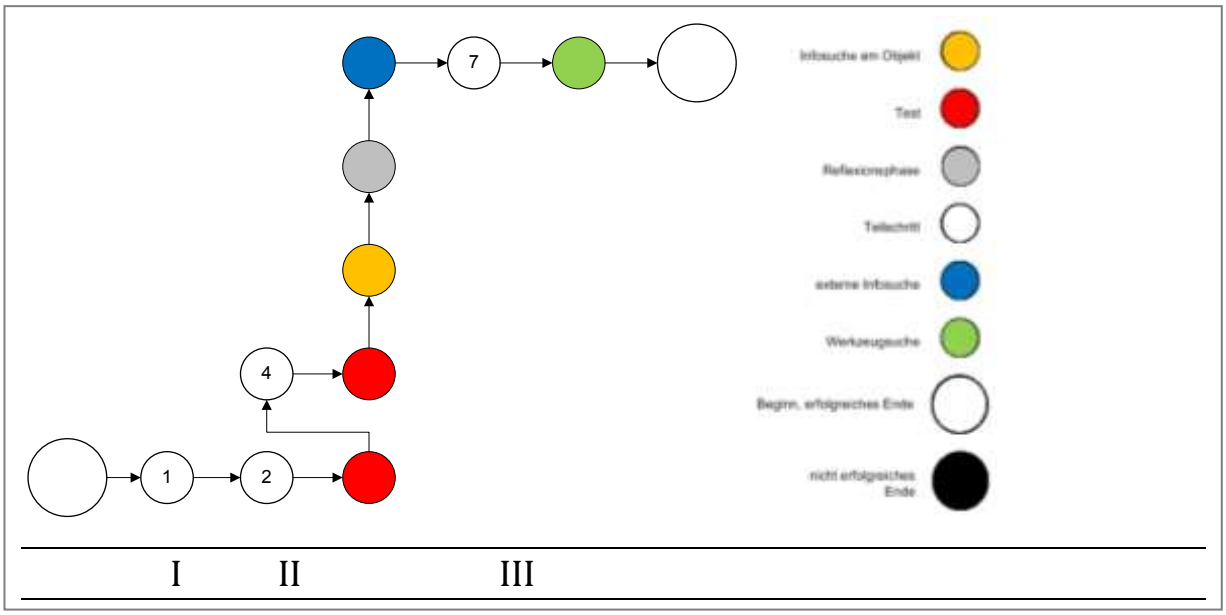


Abbildung 51: Schema der Handlungsstrukturpläne (mit Legende)

Die Strukturpläne können unter drei Blickrichtungen befragt werden: Nach der Art der Teilschritte und ihrer Verkettung, nach der Abfolge der Handlungsstrategien und nach der Zielerreichung.

Möglichkeiten der Auswertung der Strukturpläne

Art der Teilschritte und ihre Verkettung

In Abbildung 51sind zwölf Kreissymbole aufgeführt. Der Beginn der Handlung ist durch einen größeren weißen Kreis markiert. Teilschritte sind mit kleineren weißen Kreisen symbolisiert. Die Übernahme der Nummerierung aus den Handlungsprotokollen dient dem Abgleich zwischen Strukturplan und Protokoll.

Die Variablen sind mit farbigen Kreisen gekennzeichnet, die Zuordnung kann der Legende entnommen werden. Da ein Handlungsschritt mehrere Teilschritte beinhalten kann und dadurch die Anzahl der Kreissymbole nicht mit der Anzahl der Handlungsschritte übereinstimmen, wurde auf eine Nummerierung der Merkmalsausprägungen verzichtet. Soll im Protokoll beispielsweise die Exploration des Gegenstands (gelber Kreis) nachverfolgt werden, müssten dort bei oder nach Teilschritt 4 die orange-formatierten Zeilen gelesen werden.

Abbildung 51 zeigt eine fiktive Handlung. Sie wird eröffnet durch zwei Teilschritte (1 und 2), auf die ein Test erfolgt. Es schließt sich eine Wiederholung (4) von Schritt 2 an, dessen Erfolg wiederum getestet wird. Nun folgt eine längere Unterbrechung der zielannähernden Handlung: Der Gegenstand wird analysiert (Informationssuche am Objekt), eine Phase der Reflexion schließt sich an, die in eine Informationssuche in externen Quellen übergeht. Danach folgen ein weiterer Teilschritt (7) und der Einsatz von Werkzeug. Dies führt zu einem erfolgreichen Abschluss (großer weißer Kreis).

Aus den *abgebildeten* Handlungsformen können Rückschlüsse auf die strategische Ausrichtung der Handlung genauso gezogen werden wie aus dem *Fehlen*. Außerdem können aus der Reihenfolge wichtige Informationen herausgelesen werden: Ist eine Exploration des Gegenstands wie in der Musterhandlung erst relativ spät platziert, so liegt eine andere Vorgehensweise vor, als wenn die Handlung damit eröffnet wird. Erfolgen Tests nach Teilschritten, nicht aber am Ende, so würde das bedeuten, dass im Verlauf der Handlung Teilerfolge überprüft werden, der letztendliche Erfolg jedoch nicht.

Im Vergleich verschiedener Strukturpläne derselben Aufgabe kann die Kettenlänge beschrieben werden. Da in der Datenanalyse keine Quantifizierung angestrebt wird, werden lediglich extreme Abweichungen (auffallend lang- oder kurzkettig) benannt.

Strategien

Teilschritte einer Handlung sind nicht identisch mit Strategien. Eine Strategie ist eine größere Einheit[105], die aus mehreren Teilschritten bestehen kann, im Extremfall jedoch auch aus einem einzelnen.

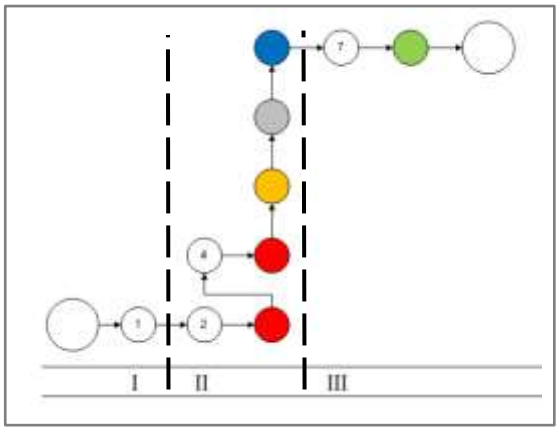


Abbildung 52: Strategien in den Strukturplänen

Die mithilfe des Protokolls definierten Strategien bilden in den Strukturplänen ein senkrechtes Spaltenraster (vgl. die gestrichelten Linien in Abbildung 52). In der Musterhandlung werden drei Strategien abgebildet, wovon Variante I aus einem Teilschritt besteht, Variante II aus zwei Teilschritten, zwei Tests und drei kodierten Handlungsformen und Variante III neben einem Teilschritt einen Werkzeugeinsatz beinhaltet. Strategie II wäre eine, von der man sagen würde, sie wäre hartnäckig verfolgt worden.

Zielerreichung

Aus den Strukturplänen kann zunächst an den Schlusssymbolen abgelesen werden, ob die Handlung erfolgreich (weiß) oder nicht erfolgreich (schwarz) abgeschlossen wurde. Diese

[105] Innerhalb einer strategischen Entscheidung können mehrere taktische Maßnahmen ergriffen werden, ohne dass die Strategie geändert würde (vgl. Miller et al. 1991, S. 98 ff.). Hier wurde auf die schwer zu führende Unterscheidung, ob eine Taktik oder eine Strategie vorliegt, verzichtet, da sie kaum eindeutig aus der Beobachtung der Handlung erschlossen werden kann. Es wird daher neutral von Handlungsschritten oder Teilschritten gesprochen und nur dort, wo eine größere Handlungslinie erkannt wird, an der sich mehrere Schritte ausrichten, wird von Strategie gesprochen.

Information gewinnt dann an Bedeutung, wenn der Kontext in den Blick genommen wird. Eine erfolglos abgeschlossene Aufgabenstellung, an deren Ende kein Test durchgeführt wird, ist u. U. nur daran gescheitert, dass der Handelnde überzeugt war, das Problem gelöst zu haben, dass ihn dieser Eindruck aber täuschte. Eine erfolglos abgeschlossene Handlung, an deren Ende ein Test steht, kann darauf hinweisen, dass das Kind die Ausführung abgebrochen hat, aber auch darauf, dass es über keine hinreichenden Testkriterien verfügte.

Aus der geometrischen Figur des Handlungsverlaufs kann das Verhältnis zwischen direkt-zielgerichteten und aufschiebenden Teilhandlungen abgelesen werden. Unter feinem Auflösungsgrad (Volllinie in Abbildung 53) können Rekursionen und längere gleichförmig verlaufende Teilabschnitte erkannt werden. Bei grober Betrachtung (gestrichelte Linie) kann das Verhältnis zwischen vorwärtsgerichteten und stagnierenden Handlungsanteilen bestimmt werden. Eine horizontale Ausrichtung steht für das Fehlen unterbrechender Aktionen, eine Steigung von m=1 für ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen Vorwärtsstrategien und Unterbrechungen und eine Steigung m>1 für eine Handlung, die durch aufschiebende Maßnahmen charakterisiert ist.

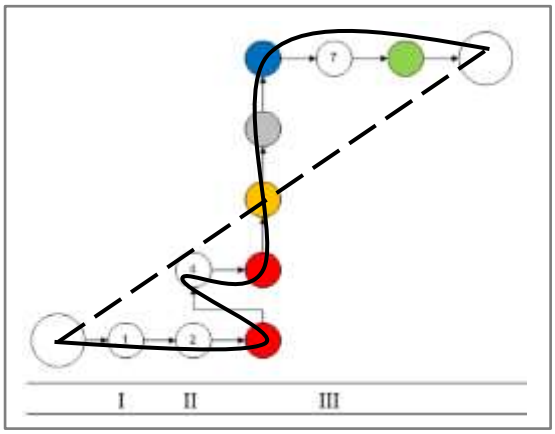


Abbildung 53: Muster der Zielannäherung

Darstellung von Handlungsschleifen

Analog zu den kybernetisch-orientierten Darstellungen von Ropohl, Fies und Dörner, aber auch zum Handlungsprozessmodell, sollten Handlungsschleifen auch als solche erkennbar sein. Dies führt zu sehr unübersichtlichen Strukturplänen mit zahlreichen Überschneidungen. Die folgende Abbildung deutet das am Beispiel des Musterstrukturplans an:

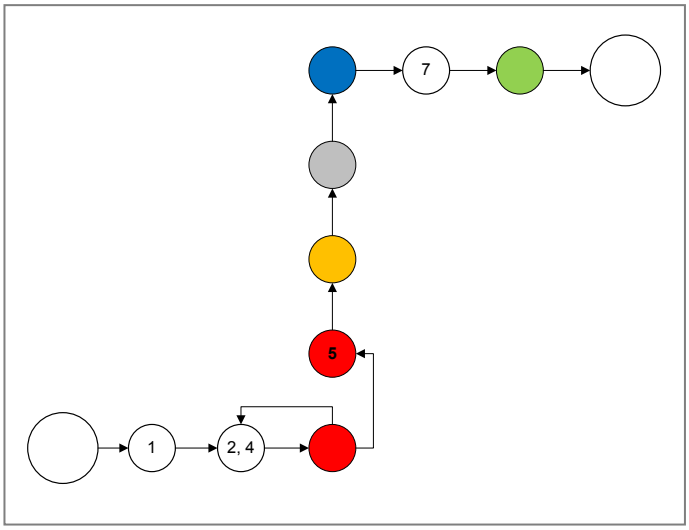


Abbildung 54: Musterstrukturplan mit Handlungsschleife

Die Handlungsschleife (Schritt 4 wiederholt Schritt 2) ist hier anschaulich dargestellt. Es zeigt sich aber selbst bei dieser einfachen Wiederholung bereits das Problem der Nummerierung der Handlungsschritte. Wiederholt ein Proband einen Schritt mehrmals, ergibt sich ein kaum mehr zu entschlüsselndes Liniengeflecht. Letztlich wurde entschieden, eine Schleife durch eine Rekursion nach links (-X) und gleichzeitig nach oben (+Y) abzubilden. Sie sind nun klar als Rekursion zu erkennen, ohne dass sich Überschneidungen im Strukturplan ergeben. Dies stellt einen Kompromiss dar, der nicht optimal ist, aber als beste der entwickelten Varianten angesehen wird.

Tabellarische Darstellung

Ein Teil der Daten der Handlungsbeobachtungen wird in tabellarischer Form dargestellt:

- Erfolg der Testhandlungen: Dem Erfolg bei einer Handlung wird der Wert 1 zugeordnet, dem Misserfolg der Wert 0. Dies lässt sich bei einer Reparaturaufgabe eindeutig zuordnen.
- Strategien, die im Kategoriensystem abgebildet sind: Die Menge an Explorationen des Gegenstands, an Testhandlungen, an externer Informationssuche und an Werkzeugnutzung variiert stark. Sie lässt sich den Strukturplänen direkt entnehmen und in die Tabellen übertragen.
- Faktoren der technischen Sozialisation: Sowohl der Technikbezug des familiären Umfeldes als auch die Art und Weise des alltäglichen Umgangs der Probanden mit Technik wurde in den Interviews erfragt und in den Tabellen dargestellt. Dasselbe trifft für das Geschlecht der Probanden zu.

Mit diesen Daten können Vergleiche innerhalb der Stichprobe durchgeführt werden, die zur Beantwortung der Forschungsfragen nötig sind. Die Datensammlung erfolgt über ein Tabellenkalkulationsprogramm, sodass sie nach den entsprechenden Merkmalen geordnet werden kann. Mit diesen Daten können keine Aussagen gemacht werden, die über die untersuchte Stichprobe hinausgehen – das muss bedacht werden. Dazu ist erstens die Stichprobe zu klein. Die Tatsache, dass die Kinder in einer Region leben, die durch ein Nebeneinander von Landwirtschaft und hochtechnologisiertem Gewerbe geprägt ist, wirkt sich auf ihre Techniksozialisation aus. Kinder, die auf Bauernhöfen aufwachsen, werden täglich an Technik herangeführt. Drei Probanden fahren regelmäßig den Traktor bei der Feldarbeit, einer hat zum Zeitpunkt der Erhebung bereits geschweißt, mehrere haben schon dabei geholfen, einen Traktorreifen zu reparieren usw. Die Eltern der Probanden, die in Gewerbe und Industrie arbeiten, sind nach Aussage der Kinder gelernte Facharbeiter oder Ingenieure. Die meisten Kinder konnten das Gewerbe und den Arbeitgeber angeben, in bzw. bei dem ihre Eltern arbeiten. Es kann also davon ausgegangen werden, dass die Eltern zuhause von ihrer beruflichen Arbeit erzählen und dass die Kinder dadurch eine erste Orientierung über technische Problemlöseprozesse haben. In einigen Familien der Probanden gibt es eine Werkstatt im Keller, in der die Kinder eine eigene Ecke haben. Die Väter, leider wurde das nur in zwei Fällen von den Müttern berichtet, basteln oder reparieren gelegentlich etwas mit ihren Kindern.

Prägend ist auch die geringe Arbeitslosigkeit, die mit 2,7% an Vollbeschäftigung reicht (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2013). Ein solches Lebensumfeld von Kindern führt zu gravierend anderen technischen Sozialisationen als beispielsweise ein städtisches, in dem der überwiegende Teil der Eltern im Dienstleistungssektor arbeitet, oder eines mit hoher Arbeitslosigkeit (als Kontrast: Bremerhaven hatte im Vergleichszeitraum eine Arbeitslosenquote von 14,6%; Bundesinstitut für Bau 2013).

Außerdem zielen die Fragestellungen zum Sozialisationshintergrund ausdrücklich nur auf die Probanden der Stichprobe. Das methodische Instrumentarium ist nicht darauf ausgelegt, weitergehende Aussagen oder gar Projektionen machen zu können. Die Daten erlauben aber sehr wohl nach den Fragestellungen ausgerichtete Vergleiche innerhalb der Stichprobe.

6.6 Datenanalyse

Eine reine Beschreibung individueller Handlungsverläufe würde zu einer Aneinanderreihung von Einzelfällen führen; bei einer Erfassung isolierter Merkmale ginge dagegen das, was „nicht nur mit dem Laboratorium, sondern auch mit dem Leben in Zusammenhang steht“ (Schmitz 1980, S. 17), verloren. Daher werden die Daten auf zwei Ebenen analysiert.

Zunächst werden markante Fallbeispiele in *strukturierten Handlungsbeschreibungen* dargestellt. Die Auswahl der Beispiele erfolgt nach zehn Merkmalsfeldern, die aus der Theorie technischer Handlungen abgeleitet wurden. Im Einzelnen sind das:

1. Fähigkeit der Probanden zur Explikation des Handlungsumfelds
2. Formen der Erweiterung bzw. Einengung des Suchraums
3. Beeinflussung der Performanz durch Modellvorstellungen von der Sache
4. Platzierung und Art und Weise von Tests
5. Fähigkeit zum Erfassen der Sachstruktur
6. Berücksichtigung der Bedingungen und der Umgebung der Handlung
7. Formen der Informationsbeschaffung an externen Datenquellen
8. Ausmaß der Werkzeugnutzung
9. Handlungsunterbrechende Reflexionsphasen
10. Sachfremde Einflüsse auf das Handeln.

Auf der zweiten Betrachtungsebene werden die Tests miteinander verglichen, und zwar die Erledigung der drei Aufgaben durch eine Versuchsperson (personenbezogene Auswertung) und die Erledigung einzelner Aufgaben durch die unterschiedlichen Versuchspersonen (aufgabenbezogene Auswertung).

6.6.1 Die strukturierten Handlungsbeschreibungen

Ein einleitender Hinweis zu den Namen der Probanden: Da es sich um individuelle Handlungen von realen Kindern handelt, wirken die Kodes, die für die Datensammlung verwendet wurden, verfremdend. Um dies zu vermeiden, wurden den Kindern Alias-Namen zugeteilt. Dadurch ist ihre Anonymität gewahrt, Lesbarkeit und Verständnis werden aber, so die Absicht, verbessert.

Kriterium 1: Fähigkeit zur Explikation des Handlungsumfelds

In der Handlungsforschung ist ungeklärt, inwieweit Handelnde ihr Tun und ihre Überlegungen, die sie währenddessen anstellen, explizieren können bzw. inwiefern Äußerungen über Handlungen deren Prozess wiedergeben oder eine Auseinandersetzung des sich Äußernden mit den Erwartungshaltungen der Zuhörenden (s. Kapitel 2; vgl. Bauer und Fischer 2007, Hunecke 1995, Mandl 1997, Neuweg 2004, Ryle 1978, Schön 2011, Wiesenfarth 1993).

Fallbeispiel 1: Weitgehende Sprachlosigkeit während der Handlung

Paul (10, unvollständiger Datensatz[106]), arbeitete bei allen Aufgaben sehr zögerlich, legte immer wieder lange Denkpausen ein.

Die Tanka-Aufgabe hatte er nach 03:45[107] fast vollständig gelöst, es fehlte nur noch das Verknoten der Kordeln, damit der Tanka nicht herausrutschen kann. Nun folgt eine lange Phase des Nachdenkens und Hantierens mit dem Tanka, deren Bedeutung sich dem Versuchsleiter nicht erschloss. Paul ist kurz vor dem Ziel, verharrt an dieser Stelle aber minutenlang. Auf die Frage, wo das Problem liege, antwortet er: „Des geht gar nicht, irgendwie." Nachfrage: „Was meinst du?" „Ja, irgendwie..." Anschließend demontiert er den Tanka (und fällt damit auf den Ausgangszustand des Versuchs zurück). Er hantiert in der Folge unschlüssig mit dem Tanka, ohne erkennbares Ziel. Bei 06:25 fragt der Versuchsleiter: „Warum hast du ihn jetzt wieder auseinander genommen?" „Mhm, weil des... weil ich denk', dass des falsch ist... war, grad." Nachfrage des Versuchsleiters: „Du meinst, falsch zusammengebaut?" „Falsch zusammengebaut nicht, aber..." (er bricht die Antwort ab und verfällt wieder in stilles Grübeln). Bei 08:05, immer noch hantiert er unschlüssig mit den Bauteilen, fragt der Versuchsleiter, ob es etwas gäbe, was ihm helfen würde. „Mhmm... des weiß ich nicht so genau. Bei mir ist so was noch nie kaputt gegangen." Er arbeitet weiter, ohne dass erkennbar wäre, wo er ein Problem sehen könnte. Bei 11:20 interveniert der Versuchsleiter und legt ihm den intakten Handschuh hin. Paul lächelt, nimmt ihn und schaut den Tanka an. Dann blickt er den Versuchsleiter an und grinst: „'Nen Knoten machen!" Er montiert den Tanka, fädelt die Kordeln ein und verknotet die Enden, womit er die Aufgabe erfolgreich beendet hat.

Paul arbeitet über sieben lange Minuten nicht nur nicht auf die Lösung zu, sondern entfernt sich mit der Demontage des Tanka sogar von ihr. Er holt sich weder Hilfe am Vorbild noch

[106] Von drei Versuchspersonen liegen nur zwei bzw. nur eine Aufgabenstellungen vor. Deren Datensätze wurden für die vergleichende Auswertung nicht herangezogen, sodass sie im Materialteil nicht zu finden sind.

[107] Alle Zeitangaben aus den Versuchen werden im Minuten:Sekunden-Format der Protokolle (s. Materialband) angegeben, damit bei weitergehenden Fragen die entsprechende Sequenz dort leicht identifiziert werden kann.

beim Versuchsleiter, obwohl der ihm diese mehrmals angeboten hatte. Nachfragen beantwortet er mit Lauten oder Gesten, einzelnen Worten oder Satzfragmenten, die hier aufgeführten Äußerungen gehören zu den ausführlichen. Nach der Handlung, auch im Interview, redet der Junge bereitwillig, in ganzen Sätzen, wenn auch nicht „ausufernd".

Der Versuchsleiter konnte nicht verstehen, was den Jungen bewegt, da er das Problem nicht in Worte fasste. Es bestand darin, dass er nicht wusste, wie er den Tanka vor dem Herausrutschen sichern könnte – er bestätigt diese Einschätzung im anschließenden Interview. Dass er nach einer Optimierungsstrategie sucht, spricht für ein gründliches Vorgehen. Einige Probanden gaben sich ohne den Sicherungsknoten mit dem Ergebnis zufrieden, Paul dagegen nicht. Dass er keinen Lösungsweg jenseits des Nachdenkens ausprobiert, kann zunächst nur festgestellt werden. Die Gründe dafür können in einem verengten Blick bzw. in der fehlenden Erweiterung des Suchraums liegen, aber auch in einem Versuchseffekt: Vielleicht meinte er, dass Nachfragen beim Versuchsleiter oder Nachschauen am Vorbild „unehrenhaft" wären, dass dies seine Leistung schmälern würde. Gleichwohl ist die fast völlige Sprachlosigkeit während der Handlung auffallend, und sie trifft auf einen Handlungsverlauf, der regelrecht als *innere Handlungsblockade* gedeutet werden muss.

Fallbeispiel 2: Einheit von strukturiertem Vorgehen und der Fähigkeit zum Verbalisieren

Als Gegenbeispiel zu Paul kann Sabrina (9) angeführt werden. Bei der Ballspiel-Aufgabe redet sie noch zurückhaltend. Mit Beginn der Tanka-Aufgabe begleitet sie ihr Handeln durch fortlaufendes Sprechen. Sie redet vor sich hin, nicht für die Kamera oder für den Versuchsleiter. Was sie sagt, bezieht sich direkt auf das, was sie tut. Bei der Reparatur des Tanka sieht das folgendermaßen aus (wobei nur ausgewählte Aussagen aufgeführt sind):

Zuerst bereitet sie ihr Arbeitsumfeld vor, indem sie den Handschuh an die Seite und die Kordeln vor sich hinlegt. „Die Bändel sind ungleich lang." Sie zieht sie so zurecht, dass sie etwa gleich lang sind. Das ist einer der wenigen Fälle, wo eine Arbeitsvorbereitung durchgeführt wird. Es folgt eine Phase, in der sie verschiedene unzweckmäßige Strategien verfolgt. Interessant ist, wie sie mit diesen Fehlwegen umgeht.

Strategie 1: Sie fädelt die Kordeln in das Tankagehäuse ein, setzt dann die Feder obenauf und drückt den Deckel fest. Dann testet sie und bemerkt, dass der Tanka blockiert. Sie öffnet ihn, sieht, dass sich die Kordel in der Feder verklemmt hat und löst beide voneinander. „Oder unten durch. Ah nee, das hatte ich g´rad."

Strategie 2: Jetzt setzt sie die Feder in das Gehäuse ein und fädelt eine Kordel durch die Bohrungen und über die Feder. Sie drückt den Deckel auf und testet zuerst mit dieser Kordel: „Ah! Mhm (zustimmend). Wenn´s mit einer gehen würde…" Sie zieht den Deckel ab, setzt die zweite Kordel ein und drückt den Deckel auf. Das geht sehr schwer, da nun die Kordeln zwischen Deckel und Gehäusewandung eingeklemmt sind. „Das ist da oben schon ziemlich kaputt." Sie drückt mit deutlicher Anstrengung, öffnet den Deckel und ordnet die Kordeln. Dann drückt sie den Deckel wieder auf. Nachdenklich: „Mh." Sie schaut den Tanka an: „Ah, die Löcher haben auch was mit sich (unverständlich). Umsonst würde man die Löcher da nicht reinmachen." Sie demontiert alles und beginnt neu.

Strategie 3: Jetzt fädelt sie die Kordeln in die Bohrungen des Deckels, setzt dann das Gehäuse an und überlegt. „Ah, der Anfang war schon mal richtig" Sie lehnt sich zurück und denkt nach. Sie setzt den Deckel auf und holt das Vorbild. Sie vergleicht Vorbild und Arbeitsgegenstand, dann arbeitet sie sich schrittweise an die Lösung heran: Zuerst Kordel einfädeln, dann vergleichen, dann Kordel wieder herausziehen. Nun montiert sie den Tanka. Sie fädelt eine Kordel ein, bei der zweiten entscheidet sie sich, Wasser vom Waschbecken zu holen. „Das ist da vorne viel zu verfranst. [...] Da kann ich´s ein bisschen nass machen, dann bleibt´s besser zusammen" Sie verdrillt das eine Kordelende und fädelt es ein. „Eins! Jetzt kommt der zweite. Wenn ich nur den Zweiten schon hätte… Oh nee, des rutscht immer raus." Sie fädelt die zweite Kordel ein. „Ah nein, flieg nicht raus! [...] Ah, jetzt hab´ ich´s. Endlich." Sie testet die Funktion sehr aufmerksam und verknotet die Kordeln. „So, jetzt da noch ´nen Knoten rein. Ich hab´ keinen Bock, dass des da wieder…" Sie hält dem Versuchsleiter den Handschuh hin: „Fertig!"

Sabrina verbalisiert, was sie zu ihren Aktionen überlegt. Mit ihren Äußerungen bildet sie Zwischenergebnisse ab („*der Anfang war… richtig*") und beschreibt ihre Vermutungen („*Umsonst würde man die Löcher da nicht reinmachen*").

Vergleicht man nur die Daten von Paul und Sabrina, dann könnte der Eindruck entstehen, die Fähigkeit (und Bereitschaft), Handlungen strukturiert beschreiben zu können, hinge zusammen mit einer strukturierten Vorgehensweise. Dieser Zusammenhang kann jedoch nicht bestätigt werden. In den Daten finden sich Beispiele für…

- sehr stilles, fast sprachloses und erfolgreiches Vorgehen, auffallend z. B. bei Jessica (9), die erfolgreich arbeitet und bei der gut erkennbar ist, dass sie die Handlungssituation strukturiert wahrnimmt;

- sprachloses Vorgehen, das mit fehlenden strategischen Lösungsideen einhergeht, z. B. bei Paul (10);
- ständiges Reden während des Handelns, bei dem sich das Kind in Detailproblemen verliert, wobei an den beobachteten Strategien und den Äußerungen erkennbar ist, dass es Sachzusammenhänge nicht durchschaut, z. B. bei Ronja (10);
- sehr beredtes Vorgehen, bei dem die Handlungsperformanz und die Äußerungen ein Durchdringen von Ursache-Wirkungszusammenhängen erkennen lassen, z. B. bei Sabrina (9).

In dieser Untersuchung ist kein direkter Zusammenhang zwischen verbalen Äußerungen und der Art und Weise des Handelns in dem Sinne erkennbar, dass kognitive Durchdringung mit der Fähigkeit, die Handlung und ihre Umgebung beschreiben zu können, einhergeht. Einsilbigkeit kann ein Zeichen tiefer Versenkung sein, aber auch auf fehlendes Verständnis der Sachzusammenhänge hinweisen. Um hierzu genauere Aussagen treffen zu können, müsste die Qualität des Gesagten bewertet werden. Dies ist besonders bei den „sprachlosen" Kindern ein schwieriges Unterfangen, da, wie die Versuche der Vorstudie gezeigt haben, Nachfragen des Versuchsleiters als Impuls verstanden werden und das weitere Vorgehen deutlich beeinflussen kann. Es bestünde die Gefahr, von Kindern, die sprachlich zurückhaltend vorgehen, keine oder verfälschte Informationen zu erhalten.

Neben den Handlungsbeschreibungen wurden die Bezeichnungen der Kinder für die Werkzeuge und für die Bauelemente der Gegenstände erfasst. Dabei zeigen sich prägnante Ausformungen:

Bezeichnungen für Werkzeuge: Der Hammer wird zuverlässig von allen Kindern benannt. Nur ein Teil von ihnen konnte die Zange und den Schrauben"zieher" benennen, zwei Kinder unterschieden begrifflich den Schlitz- vom Kreuzschlitzschraubenzieher.

Bezeichnungen für die Bauteile: Bei den Bauelementen der Gegenstände, mit denen die Kinder hantierten, zeigt sich eine große Varianz in der Ausdrucksfähigkeit. Dass nur wenige Kinder die Blattfeder des Ballspiels als Feder bezeichneten, verwundert weniger, da sie nicht der alltäglichen Vorstellung einer Feder entspricht. Gelegentlich vergaben die Kinder aber „sinnfällige" Begriffe, also solche, die die *Funktion des Bauteils* beschreiben. Die Blattfeder wurde benannt als „Sprungbrett", „Sprungklammer" und „Spanner". Die (wendelförmigen) Federn des Tankas und der Haarklammer wurden bezeichnet als „Feder", „Sprungfeder", „Biegklammer" und „Federung". Davon unterscheiden sich Bezeichnungen, die die *äußere Form des Bauteils* beschreiben. Die Blattfeder wurde „Blatt" und „dünne Fläche" genannt,

die wendelförmigen Federn „Schraube“ und der Bolzen „Schraube“, „stumpfe Nadel“ und „Nagel“. Auffallend ist, dass einige Kinder die wendelförmigen Federn nicht benennen konnten. Sie verfügen demnach über keinen Begriff für ein im Alltag so häufig vorkommendes Bauteil.

Mackowiak untersucht in ihrer Studie zur Selbstregulation in Problemlösesituationen auch die sprachliche Handlungsbegleitung. In ihrer Stichprobe stellt sie besonders bei den jüngeren Kindern ein „problembezogenes Sprechen zu sich selbst“ fest (Mackowiak 1998, S. 184). Sie scheinen noch nicht so stark in der Lage zu sein, das Problem rein nachdenkend zu lösen. Mackowiak vermutet einen Zusammenhang zwischen problembezogenen Äußerungen und kognitiver Verarbeitung – dies lässt sich hier nicht bestätigen. Eine dezidierte Untersuchung der sprachlichen Ausdrucksfähigkeit könnte Merkmale wie Quantität der sprachlichen Äußerungen, das Finden sinnfälliger Bezeichnungen für Gegenstände, die Kenntnis von Fachbegriffen und die Differenziertheit verbalisierter Pläne, Kausalzusammenhänge oder auch Handlungsabsichten erfassen. Dies wurde hier nicht angestrebt.

Kriterium 2: Formen der Erweiterung bzw. Einengung des Suchraums

Am Fallbeispiel Pauls wurde gezeigt, wie ein Kind auf den Ausschnitt des zu reparierenden Gegenstands und auf die kognitive, innere Verarbeitung des Problems fixiert bleibt. Anders geht Matthias vor.

Fallbeispiel 1: Erweiterung des Suchraums

Matthias (9) scheint bei seinen Handlungen in sich selbst zu ruhen. Er arbeitet konzentriert, fast ein bisschen bedächtig.

Bei der Ballspiel-Aufgabe *beginnt er mit einer nicht zielführenden Strategie: Er versucht, die Feder zwischen Hebel und Gehäuse einzuschieben. Er zögert, denkt nach. Er betrachtet das Spiel, schaut sich um, steht auf und holt sich das Vorbild. Bis dahin sind ca. 30 Sekunden vergangen. Nun vergleicht er das defekte mit dem intakten Spiel. Er setzt die Feder von oben in die Führung ein und testet anschließend das Ergebnis: Der Ball springt nicht hoch. Matthias nimmt sich das Vorbild und testet beide Geräte. Dann demontiert er die Feder, dreht sie und baut sie erneut ein. Er testet ohne Ball, hört das Klacken, als die Feder hochspringt, schaut triumphierend in die Kamera, montiert den Korb, legt den Ball ein und testet erneut.*

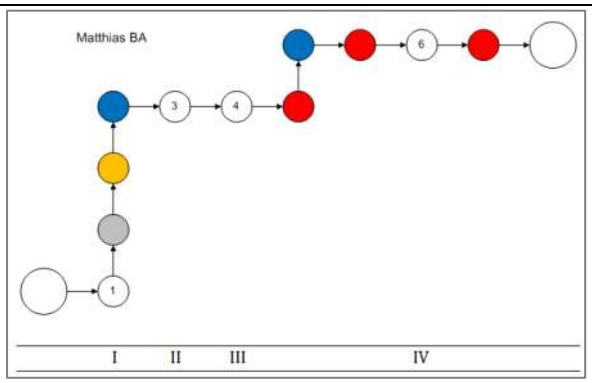
Bei der Tanka-Aufgabe *setzt Matthias zunächst das Gehäuse an die Kordel an. Er überlegt kurz und legt dann die Kordel vor sich hin. Nun setzt er die Feder in das Gehäuse und drückt den Deckel auf. Er testet die Funktion durch Drücken des Deckels. Jetzt fädelt er die Kordeln nacheinander ein und zieht sie gezielt so weit durch, dass sie nicht herausrutschen können. An dieser Stelle stockt er. Er betrachtet den Handschuh und den Tanka, hantiert dabei für kurze Zeit mit der Schnur, mit der die beiden Handschuhe beim Verkauf zusammengenäht waren. Er blickt auf, holt sich den Handschuh mit dem intakten Tanka und betrachtet ihn ausgiebig. Er nimmt den Aufgaben-Handschuh und vergleicht beide miteinander. Er schmunzelt und verknotet die Kordeln des Aufgaben-Handschuhs. Dann testet er die Funktion und zieht den Knoten noch einmal fest. Wieder stutzt er, schaut die dritte Schnur an, vergleicht mit dem Vorbild. Schließlich legt er dem Versuchsleiter seinen Handschuh hin.*

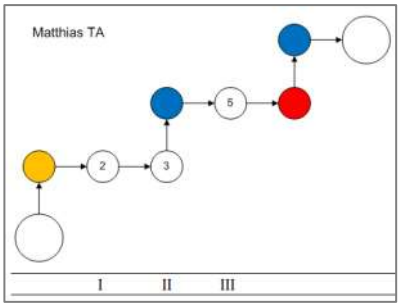
Auch die Haarklammer-Aufgabe *verläuft nach diesem Muster. Er untersucht den Gegenstand und beginnt mit der Lösungssuche. Nach kurzem Überlegen bittet er um das Vorbild. Er schaut es an, vergleicht mehrmals Vorbild und Arbeitsgegenstand und testet beide. Jetzt benennt er einen Lösungsweg und arbeitet sehr zielsicher und ohne sich ständig am Vorbild zu vergewissern. Er hat sichtlich eine Vorstellung des Zielzustands und arbeitet konzentriert darauf hin.*

Auffallend ist, dass er kein Werkzeug nutzt, auch da nicht, wo ihn die Finger schmerzen.

Am Ende testet er und schaut sehr zufrieden und triumphierend in Kamera.

Ein Blick auf die Handlungsstrukturpläne von Matthias zeigt bei allen drei Aufgaben vergleichbare Merkmale:





Er setzt Sichtprüfungen am Gegenstand ein, zeigt wenig Reflexionsphasen, holt sich regelmäßig Informationen von außen und führt Tests durch. Es finden keine Wiederholungen statt, die Graphen verlaufen gleichmäßig treppenförmig.

Was Matthias´ Handlungen von Pauls unterscheidet, ist seine Bereitschaft, bei Problemen die Suche über den unmittelbaren Handlungsraum zu erweitern. Er schaut sich auf seinem Arbeitstisch um, sucht auf den benachbarten Tischen, wo die Materialien für die Versuche liegen und auf die der Versuchsleiter zu Beginn hingewiesen hatte.

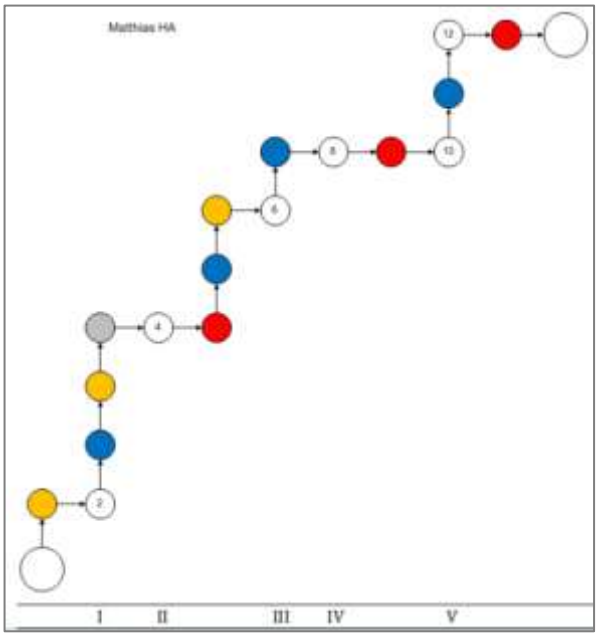


Abbildung 55: Strukturpläne der Handlungen von Matthias

Dabei ist die Problemlage bei Matthias und Paul sehr ähnlich. Beide erkennen das Herunterrutschen des Tankas von den Kordeln als Einschränkung der Funktion und geben sich erst zufrieden, als das Problem gelöst ist. Anders als Paul weiß sich Matthias jedoch zu helfen. Er hat die Vermutung, dass das Problem mithilfe der freien Schnur gelöst werden könnte. Bei der vorhergehenden Ballspiel-Aufgabe hatte er schon nach Hilfen gesucht und das Vorbild genutzt. Hier, bei der Tanka-Aufgabe, holt er es sich sofort, betrachtet es 20 Sekunden lang und vergleicht. Auch wenn er nicht klären kann, wozu die freie Schnur benötigt wird, ist er doch nicht, wie Paul, auf die Intervention des Versuchsleiters angewiesen.

Fallbeispiel 2: Fehlende Erweiterung des Suchraums

Claudia (9) erkennt bei der Ballspiel-Aufgabe *gleich zu Beginn, wo die Blattfeder im Gehäuse eingebaut werden muss. Sie setzt sie ein und testet das Ergebnis, allerdings ohne den Ball einzulegen. Sie ist unsicher, ob ihre Reparatur erfolgreich war, und schaut den Versuchsleiter unschlüssig an. Als sie nicht erkennen lässt, dass sie zu einer Entscheidung kommt, gibt ihr der Versuchsleiter den Ball. Sie testet damit und erkennt die Fehlfunktion. Sie hat schnell eine Vermutung, wie sie sich beheben lässt: „Vielleicht muss man des [Feder] rumdrehen – anders rum." Nun probiert sie mehrere Einbaurichtungen aus, zunächst erfolglos, am Ende trifft sie die korrekte Lage. Sie beschreibt ihre Überlegungen: „Am Anfang hab´ ich zuerst gedacht, dass des Dickere, also des Längere, da rein muss, und dann hab ich´s anders versucht, und dann wieder. Da geht ja eine Seite ein bisschen nach oben und eine ein bisschen nach unten." Auf die Idee, mithilfe ihrer Hypothese das Vorbild gezielt zu befragen, kommt sie nicht selbstständig.*

Dass es sich hierbei um keine einmalige Situation handelt, zeigt sich bei der Tanka-Aufgabe*. Sie geht geordnet vor, legt zunächst die Kordeln parallel vor sich hin. Sie verfolgt nun die Strategie, die Kordeln durch die Bohrungen im Deckel einzufädeln. Das bricht sie ab und wechselt ihre Vorgehensweise. Sie setzt den Deckel auf das Gehäuse, ohne die Feder einzulegen. Sie liegt direkt vor ihr, es müsste ihr auffallen, dass ein Bauteil übrig ist, auch wenn sie dessen Funktion nicht erschließen kann. Sie zieht die Kordeln weit durch, sodass sie nicht herausrutschen können, und verknotet sie. Nun schiebt sie den Tanka testend die Kordel entlang und schaut den Versuchsleiter zuversichtlich an. Obwohl die Feder noch direkt vor ihr liegt, bestätigt sie auf Nachfrage, sie sei fertig.*

Wenn sie bei der Tanka-Aufgabe vielleicht noch überzeugt ist, dass sie sie erledigt hat, scheitert sie bei der Haarklammer-Aufgabe *auch für sich selbst erkennbar. Claudia arbeitet wieder recht schnell. Sie hält die Klammerhälften gegeneinander und setzt die Feder von unten an. Sie versucht, sie in die Halterung zu drücken, was ihr aber nicht gelingt. Der Bolzen liegt dabei vor ihr auf dem Tisch. Sie schüttelt ihre Finger, die ihr offensichtlich wehtun. Dann schaut sie den Versuchsleiter hilfesuchend an. „Es geht glaub´ nicht mehr." Der Versuchsleiter fragt nach, ob sie aufhören wolle. Sie nickt: „Mhm."*

Auffallend ist bei Claudia, dass sie die Struktur der Sache soweit durchschaut, dass sie an einer geeigneten Stelle mit der Problemlösung beginnen kann. Das sind normalerweise gute Voraussetzungen für eine erfolgreiche Handlung, trotzdem scheitert sie bei zwei von drei Aufgaben. Ein Blick auf die Strukturpläne ergibt folgendes Bild:

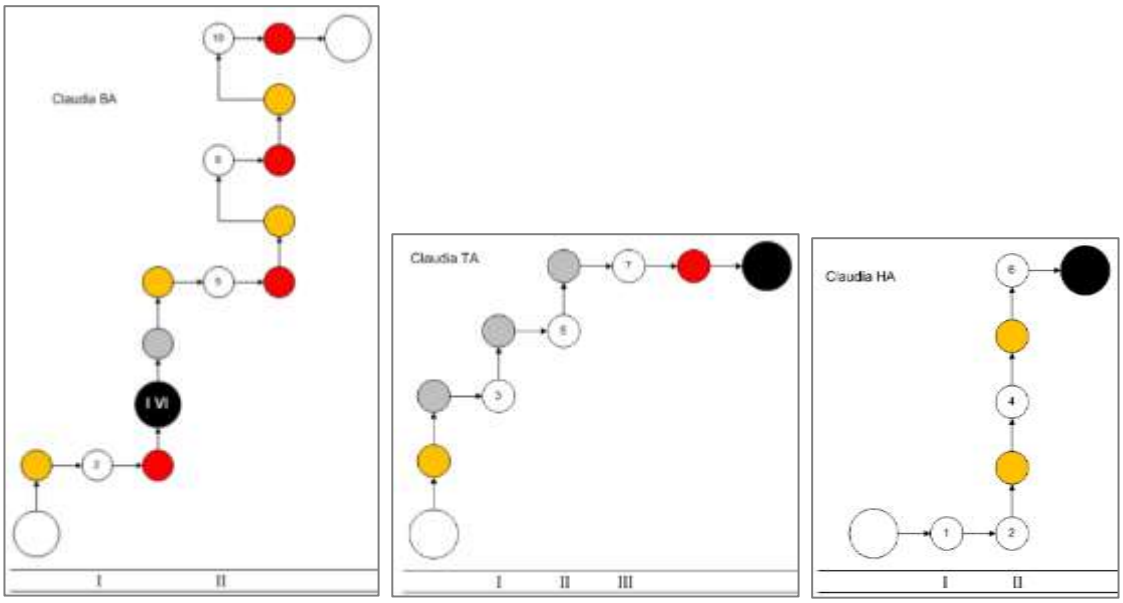


Abbildung 56: Strukturpläne der Handlungen von Claudia

Die Ballspiel- und die Haarklammer-Aufgabe sind vertikal ausgerichtet, d. h. der direkte Fortschritt wird immer wieder bzw. länger unterbrochen. Es ist deutlich zu sehen, dass sie nicht unsicher von Strategie zu Strategie springt, sondern sich auf wenige konzentriert und diese verfolgt. Claudia nutzt bei der Ballspiel-Aufgabe die direkte Informationssuche am Objekt, setzt Tests ein und macht eine Pause zur Reflexion. Bei der Haarklammer-Aufgabe exploriert sie nur das Objekt, bei der Tanka-Aufgabe fallen die gehäuften Reflexionsphasen auf.

Es ist erkennbar, dass Hilfesuchen an externen Quellen (Untersuchen des Vorbilds, Befragen des Versuchsleiters) und Werkzeugnutzung in keiner Aufgabe vorkommen, das kann als Charakteristikum in Claudias Vorgehensweise bezeichnet werden. Besonders bei der Haarklammer-Aufgabe ist erstaunlich, dass sie keine Werkzeuge nutzt. Sie benötigt für das Ballspiel knapp 3 Minuten, für den Tanka nur 2 Minuten. Als sie mit der Haarklammer beginnt, hat sie erst 5 Minuten gearbeitet, Erschöpfung kann also kein Grund für ihr Aufgeben sein. Ihr zielstrebiges Vorgehen macht unwahrscheinlich, dass sie keine Erfolgszuversicht hat. Dass sie das Eindrücken der Feder bei der Haarklammer schmerzt, ist zu erkennen, und sie bestätigte das auf Nachfrage. Sie hätte das bereitliegende Werkzeug nutzen können, es lag nur etwa 50 cm von ihr entfernt. Weder setzt sie es ein noch schaut sie suchend oder beiläufig in diese Richtung. Auch den Nebentisch, auf dem das Vorbild liegt, beachtet sie nicht. Sie verengt ihren Blick stark auf den Gegenstand und auf ihre Hände. Selbst offen herumliegende, nicht verwendete Bauteile können sie nicht dazu verleiten, ihre Vorgehensweise zu

ändern. Sie nimmt sie, so wird hier vermutet, nicht wahr, weil sie ihren Blick zu eng auf das gerade bearbeitete Problem bündelt.

Dieses Fokussieren auf den direkten Handlungsmittelpunkt und die fehlende Erweiterung des Blickfelds kann bei mehreren Probanden beobachtet werden. Es gelingt ihnen nicht, „einen Schritt zurückzutreten" – wiederholt ging das mit sehr umständlichem oder erfolglosem Handeln einher.

Kriterium 3: Beeinflussung der Performanz durch Modellvorstellungen von der Sache

Die Vorstellungen, die die Kinder von der Problemlage haben, lassen sich in aller Regel nicht direkt ermitteln. In einigen Fällen gibt es jedoch deutliche Hinweise darauf.

Fallbeispiel 1: Entwickeln einer Modellvorstellung während der Arbeit

Bei der Ballspiel-Aufgabe hat Marion (9) zu Beginn der Arbeit keine Vorstellung des Wirkmechanismus´. Sie setzt die Feder außen am Hebel an, schiebt sie zwischen Hebel und Gehäuse und lässt sie im Inneren lose (!) liegen. Sie legt den Ball ein und testet. Dies würde sie sicher nicht tun, wenn sie keine Erwartung hätte, dass das Spiel nun repariert sein könnte.

Nun schaut sie das Innere des Gehäuses an. Sie setzt die Feder an (wobei der Korb abfällt), betrachtet das Gehäuse, dann setzt sie die Feder an einer Seite in die Halterung ein. Sie fragt den Versuchsleiter, ob sie die Feder biegen kann, ohne sie kaputt zu machen, und drückt sie dann ein. „Hah! Schon fertig." Sie montiert den Korb, legt den Ball ein und testet: Keine Funktion. Sie überlegt, demontiert alles und setzt die Feder neu ein. Nun testet sie mit Ball, aber ohne Korb. Das ist zweckmäßiger als zuvor, weil der Korb keinen Einfluss auf die Feder hat und sie sich damit einen unnötigen Arbeitsschritt erspart.

Sie setzt die Feder mehrmals in unterschiedlicher Richtung ein und testet anschließend einmal mit, dann wieder ohne Korb. Allerdings beachtet sie die Einbaurichtung der Feder vor der Demontage nicht, geht also unsystematisch vor.

Im Verlauf der weiteren Arbeit verklemmt sich die Feder. Als Marion sie nicht lösen kann, drückt sie kräftig von oben drauf. Sie setzt, etwas unschlüssig, den Ball auf und drückt den Hebel. Der Ball springt hoch, sie ist überrascht, lacht: „O. K., das war´s. Muss man nur besser draufdrücken." Sie dreht den Korb auf und testet noch einmal.

Das lose Einlegen der Feder mit direkt anschließendem Test kommt bei zwei weiteren Kindern vor, bei Piet und bei Susanna. Es ist ein Hinweis darauf, dass eine Vorstellung (wenn

auch eine falsche) über das Wirkprinzip besteht. Nachdem sie im weiteren Verlauf ihre Vorgehensweise ändern, und nachdem sie das auch gezielt in Richtung der korrekten Lösung tun, müssen die fehlenden Informationen im Verlauf der Handlung aufgenommen worden sein. Ein weiteres Beispiel, wie während des Ausprobierens Wissen aufgebaut wird, ist das Erarbeiten der Lagerung der Feder in den Aufnahmen am Gehäuse. Dort ist auch zu beobachten, wie wirksam Zufälle manchmal werden können.

Fallbeispiel 2: Das Gesamtbild des Gegenstands als Modell

Sabrina (9) arbeitet sehr schnell, fast schon ein bisschen überhastet. Sie erfasst die Sachstruktur der Gegenstände rasch und zuverlässig.

Bei der Ballspiel-Aufgabe beginnt sie zunächst damit, die Feder bei montiertem Korb einzusetzen. Sie fragt, ob er abnehmbar ist, demontiert ihn dann und setzt die Feder in die Führungen. Nun folgt ein interessantes Testarrangement. Zuerst setzt sie den Ball auf und testet die Funktion des Spiels. Als er nicht hochspringt, dreht sie den Korb auf und testet erneut. Sie beweist sonst in den Versuchen einen schnellen Blick für Sachzusammenhänge. Eigentlich könnte erwartet werden, dass sie erkennt, dass zwischen der Feder-Funktion und dem aufgeschraubten Fangkorb kein Wirkungszusammenhang besteht. Trotzdem führt sie den zweiten Test genau so durch.

Durch den montierten Korb erhält der Gegenstand seine vollständige Gestalt. Es kann nur vermutet werden, dass Sabrina diese äußere Form herstellen will, da sie die genaue Ursache nicht kennt und hofft, so auch ohne Kenntnis des Sachzusammenhangs das Problem lösen zu können.

Als der Versuchsleiter sie fragt, ob der Fehler an dem Korb liegen könnte, antwortet sie: „Nee, dann hab´ ich des [Feder] falsch rum drin." Sie setzt anschließend die Feder gezielt in anderer Richtung ein, drückt jetzt gleich den Korb auf und testet. Diesmal ist sie sichtlich erstaunt, dass das Spiel nicht funktioniert. Anders als beim ersten Mal rechnete sie offensichtlich fest damit, dass sie das Problem gelöst habe. Sie demontiert die Feder und schaut sich Gehäuse und Feder genau an. Sie überlegt kurz und geht zum Vorbild. Sie hält beide nebeneinander und vergleicht, dann setzt sie die Feder ein, testet, vergleicht wieder Arbeitsgegenstand und Vorbild. Sie demontiert die Feder, baut sie neu ein und testet. „Jetzt sollte es wieder gehen." Sie montiert den Fangkorb und testet. Mit erkennbarem Stolz sagt sie: „Fertig."

Die Vermutung, dass die Kinder die vollständige Gestalt als Kriterium für die richtige Vorgehensweise nutzen, nährt sich aus zwei Quellen. Zum einen legt die gestaltpsychologisch

beeinflusste Handlungsforschung solche Zusammenhänge nahe. Oben wurde dargestellt, dass die Fähigkeit, Objekte als Form erkennen zu können, durch handelnde Erfahrungen mit ihnen gefördert wird. Der Umkehrschluss, dass Handlungserfahrung durch die Gestaltwahrnehmung beeinflusst werden kann, scheint zumindest nicht abwegig zu sein. Eine Modellvorstellung davon ist die Funktion und Art von *Bildern* in der Theorie der TOTE-Einheiten (s. o.). Die zweite Quelle sind die vielfältigen Beobachtungen der Vor- und der Hauptstudie. Es scheint für die Kinder einen regelrechten Drang zu geben, die Ausgangsgestalt des Gegenstandes herzustellen und dann erst zu testen, zumindest wenn sie zweifeln. Ob das beim Tanka geschieht, der erst getestet wird, wenn der Knoten die Kordeln sichert; ob es der Fahrradschlauch ist, der erst dann geflickt wird, wenn die Schutzkappe des Ventils (die nur vor dem Eindringen von Schmutz schützt) aufgesetzt ist; oder ob es der lose liegende Schlauch ist, der erst aufgepumpt wird, wenn die Felgenmutter aufgedreht ist, obwohl hier beim besten Willen kein Funktionszusammenhang vermutet werden kann: In den Handlungen finden sich zu viele Beispiele für diesen Sachverhalt, als dass es sich um bloße Zufälle handeln könnte.

Das markanteste Beispiel dafür, wie die kognitive Repräsentation eines Sachverhaltes das Handeln beeinflussen kann, zeigten Handlungen in der Vorstudie.

Beispiel 3: Gefilterte Informationsbeschaffung durch modellgeleitetes Suchen

In der Vorstudie zeigte sich ein immer wiederkehrender Effekt (bei einer Stichprobe von n=10 trat er bei acht Probanden auf). Bis zu einem bestimmten Punkt erfolgte die Reparatur des durchlöcherten Fahrradreifens i. d. R. sachgemäß: Die Schadstelle wurde identifiziert, die Oberfläche des Schlauchs an der Schadstelle aufgeraut, die Vulkanisierlösung aufgetragen. Nun folgt die Fehlleistung: Der Flicken wurde sofort aufgepresst und festgedrückt, ohne die Wartezeit, die dazu dient, dass der chemische Lösungsprozess des Kautschuks in Gang kommt. Selbst Kinder, die die beiliegende Nutzungsanleitung lasen, erkannten die erforderliche Abweichung von ihrem Handlungsprogramm „Kleben" nicht. Dass die Kinder von einem Klebevorgang ausgingen, kann aus ihrer Vorgehensweise rückgeschlossen werden, ergibt sich aber auch daraus, dass mit einer Ausnahme alle die Vulkanisierlösung „Kleber" oder „Klebstoff" nannten. Selbst, als sie bemerkten, dass wiederholte „Klebeversuche" zu keinem haltbaren Ergebnis führen, änderten sie ihre Vorgehensweise nicht. Verblüffend ist, dass die Kinder selbst dann, wenn der Versuchsleiter sie aufforderte, die Anleitung Schritt für Schritt durchzugehen und den Zeigefinger mitzuführen, die beiden Handlungsschritte Wartezeit *und* Aufdrücken des Flickens *in ver-*

tauschter Reihenfolge aufzählten – und das, obwohl die einzelnen Schritte in der Anleitung nummeriert sind. Ihre Vorstellung von einem Klebevorgang scheint so fest „eingebrannt", dass sie alle anderslautenden Hinweise ausblenden. Meist musste der Versuchsleiter explizit auf die Platzierung der Wartezeit hinweisen, damit eine Anpassung der Vorgehensweise erfolgte.

Dass mentale Repräsentationen eine wichtige Funktion bei der Handlungsregulation haben, ist keine neue Erkenntnis. Dass Handelnde aber selbst gegen die Kraft des Faktischen ihrer Vorstellung derart konsequent folgen, muss zunächst festgestellt werden und könnte ein Ansatzpunkt für weitere Untersuchungen sein. Die bereits zitierte Formulierung Aeblis, Anfänger würden sich beim Handeln *auf den Gegenständen abstützen*, muss nach diesen Beobachtungen erweitert werden. Sie stützen sich auf den Gegenständen ab, aber dort, wo sie über stabile Modellvorstellungen verfügen, sehr wirkungsvoll auch auf diesen.

Ein Beispiel, wie eine nicht auf den individuellen Problemfall passende Modellvorstellung das Handeln beeinflussen kann, ist das eines zehnjährigen Jungen aus der Vorstudie. Er wusste, dass ein defekter Reifen mit einem Flicken repariert werden kann, wusste aber nicht, dass sich im Mantel ein Schlauch befindet. Aus seiner Sicht einleuchtend, brachte er also den Flicken auf den Mantel auf, pumpte den Reifen auf und testete das Ergebnis. Er konnte das Problem in der Folge nicht bewältigen – das anschließende Interview brachte seine falsche Vorstellung erst zu Tage. Da es schlauchlose Reifen gibt, auch bei Fahrrädern, können seine Überlegungen nicht als grundlegend falsch bezeichnet werden.

Kriterium 4: Platzierung und Art und Weise von Tests

In der Modellvorstellung von Nutzungshandlungen haben Messungen und prüfende Tests eine wichtige Funktion. Sie liefern Informationen, in wieweit bzw. ob die bisherige Vorgehensweise erfolgreich war. Die Frage ist, inwiefern Kinder von sich aus Tests einsetzen und ob in der Art und Weise der Tests eine Strategie erkennbar ist.

<u>Fallbeispiel 1: Unzweckmäßige Tests</u>

Bei der Tanka-Aufgabe *arbeitet Marion (9) von Beginn an sehr zielstrebig. Sie montiert den Tanka korrekt und fädelt dann eine Kordel ein, anschließend die zweite. Allerdings fädelt sie die Kordeln von unterschiedlichen Seiten ein, sodass der Tanka nicht funktionieren kann. Sie verknotet sie ordentlich, drückt den Tanka testend zusammen, stellt das Federn fest und legt den Handschuh grinsend auf den Tisch – die Handlung hat 40 Sekunden ge-*

dauert. Der Versuchsleiter fragt, ob sie sicher sei, dass sie fertig ist. Sie bejaht das. Er fordert sie auf, den Verschluss auszuprobieren. Sie drückt den Tanka noch einmal zusammen und schaut den Versuchsleiter triumphierend an.

Bei der Haarklammer-Aufgabe *zeigt sich das Problem der unzweckmäßigen Tests bei ihr erneut: Sie beginnt damit, die Klammerhälften zusammenzusetzen und sie mit dem Bolzen zu sichern. „So! Eigentlich…" Sie betätigt die Haarklammer und bemerkt die fehlende Spannung. „Nein, da muss noch des Teil [Feder] rein. Ich weiß auch schon, wo." Sie schaut den Versuchsleiter zuversichtlich an.*

Sie setzt die Feder an einer Klammerhälfte an, setzt die zweite Hälfte dagegen, dabei fällt die Feder herunter. „Ich mach´s jetzt einfach so." Sie sichert wieder die Klammerhälften mit dem Bolzen. Dann setzt sie die Feder von unten an, zieht den Bolzen teilweise zurück, drückt die Feder herunter und schiebt den Bolzen wieder ein. Sie testet die Funktion. „Männo, schon wieder falsch rein." Sie demontiert alles, sichert die Hälften mit dem Bolzen und montiert diesmal die Feder von oben, allerdings in der falschen Richtung, sodass die Klammer nicht unter genügend Spannung steht.

Sie testet, schaut die Klammer an, testet. „Na, so schwierig finde ich des jetzt auch wieder nicht." Man sieht, dass die Klammer nicht schließt, und hört das Klappern der nur lose verbundenen Teile. Sie schaut den Versuchsleiter an: „Fertig." Der fragt nach: „O. K.?" Sie schaut die Klammer an: „Ja", und lehnt sich triumphierend zurück.

Der Versuchsleiter gibt noch einen Impuls: „Ich kann es ja gar nicht ausprobieren."[108] *Marion reagiert sofort: „Aber ich!" Sie nimmt die Klammer und steckt sie in ihre Haare – sie rutscht sofort herunter. Der Versuchsleiter hakt nach: „Und, geht es?" „Ja, so einigermaßen schon. Aber wenn sie hitsch [kaputt] ist, geht´s nicht so leicht." Marion ist sichtbar zufrieden, dass sie das alles so gut hinbekommen hat.*

Das Problem, das Marion scheitern lässt, ist nicht, dass sie keine Tests durchführen würde. Die Strukturpläne der beschriebenen Aufgaben sehen folgendermaßen aus:

[108] Zum Verständnis: Der Versuchsleiter trägt die Haare da, wo noch welche vorhanden sind, sehr kurz.

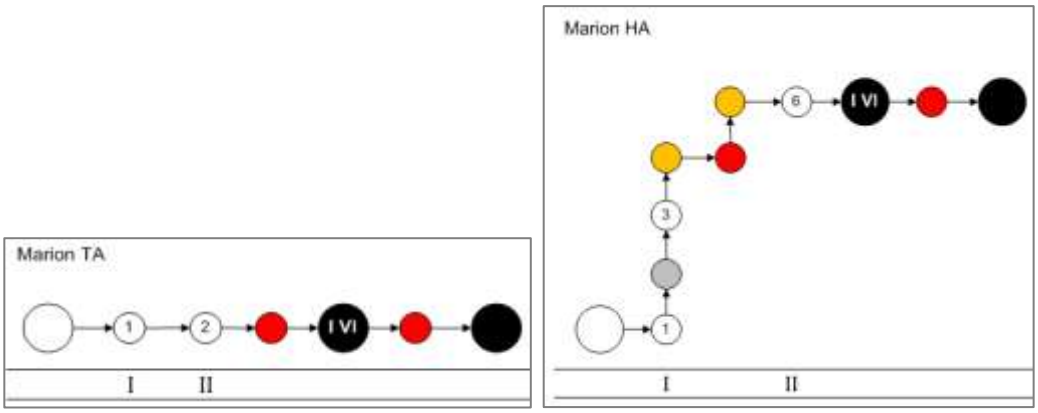


Abbildung 57: Strukturpläne der Handlungen von Marion

Sie bilden einen Verlauf ohne Handlungsschleifen ab. Marion legt kaum Reflexionspausen ein, betrachtet zunächst noch nicht einmal den Gegenstand intensiv. Für die Haarklammer-Aufgabe benötigt sie 3 Minuten, allerdings ignoriert sie hartnäckig die Rückmeldungen, die ihr der Gegenstand und der Versuchsleiter geben. Es fällt auf, dass sie nur wenige unterschiedliche Strategien einsetzt. Das hängt auch damit zusammen, dass sie schnell meint, fertig zu sein, spiegelt bei beiden Handlungen aber auch eine sehr ähnliche Vorgehensweise wieder. Die Tests sind strategisch nicht ungeschickt platziert, indem sie mehrere Teilschritte absichern. Das Problem liegt vielmehr in der Art, wie sie durchgeführt werden. Marion scheint über kein tragfähiges Bild des Ergebnisses zu verfügen. Ihre Kriterien beziehen sich auf die Form (Bauteil fertig montiert) und auf Teilfunktionen (Bauteil schließt). Sie könnte den Fehler beheben, indem sie die Hauptfunktion des Gegenstands unter realen Nutzungsbedingungen testet, also den Handschuh anzieht und dann den Tanka festzieht bzw. mit der Haarklammer ihr Haar zusammensteckt. Genau dies tut sich nicht, und wo sie dazu aufgefordert wird, sucht sie nach Gründen für das mangelhafte Ergebnis, die nichts mit ihrer Vorgehensweise zu tun haben. Über ihre Beweggründe kann nur spekuliert werden. Zumindest bei der Haarklammer-Aufgabe drücken ihr Verhalten und ihre Körpersprache aus, dass sie keine Lust hat, sich dem Problem hartnäckig zu stellen. Sie erkennt die eingeschränkte Funktion und führt schnell eine Ursache an, die sie selbst entlastet. Beim Tanka ist sie jedoch wirklich vom Erfolg der Handlung überzeugt. Ein zweckmäßiger Test hätte ihr geholfen, das Ergebnis zu verbessern.

Das Problem dieses Testmodus´ kann bei der überwiegenden Mehrheit der Handlungen beobachtet werden. In der Regel verlassen die Kinder sich auf eine Kombination aus Augenschein und mechanischer Betätigung des Gegenstands. Dass er einem Zweck dient und dass eine Reparatur zuallererst diesen wieder herstellen soll, scheint für die Kinder nur selten eine

Rolle zu spielen. Es müsste gesondert überprüft werden, ob es sich um einen Versuchseffekt handelt („Aufgabe geschafft!“) oder ob sich dieses Verhalten in realen Handlungssituationen fortsetzt. Es könnte ein Hinweis darauf sein, dass Kinder dieser Altersstufe die Hauptfunktion eines ihnen bekannten Gegenstands nicht sicher bestimmen können, oder aber, dass ihre Vorstellung einer Reparatur sich mehr auf das Wiederherstellen der Gestalt bezieht als auf die Funktion des Gegenstands. Das würde an eine zu Bruch gegangene Vase erinnern, die geklebt und wieder auf die Anrichte gestellt wird, in der aber nur noch Trockenblumen aufbewahrt werden können, weil sie nicht mehr dicht ist.

Unter realen Bedingungen testeten beispielsweise Johannes, Matthias und Piet.

Fallbeispiel 2: Platzierung von Tests

Piet (9) geht bei der Reparatur des Tanka sehr überlegt vor. Er montiert ihn korrekt und fädelt eine Kordel ein. Nun zieht er den Handschuh an und testet unter Realbedingungen, ob sein Vorgehen bis dahin erfolgreich ist. Anschließend beginnt er damit, die zweite Kordel in die Bohrung einzuführen, stockt aber. Er überlegt und verknotet dann beide, ohne die zweite Kordel einzufädeln. Wieder zieht er den Handschuh an und testet. Er schaut unsicher zum Versuchsleiter. „Fertig, glaub´ ich.“ „Warum bist du unsicher?“ „Vielleicht hab´ ich es nicht ganz richtig gemacht. Aber dann wär´ es ja hier wieder rausgerutscht.“ Piet bittet um den zweiten Handschuh und betrachtet ihn. Sofort erkennt er seinen Fehler. Er löst den Knoten, fädelt beide Kordeln ein, wobei er die Kordelenden anfeuchtet, damit er sie besser verdrillen kann. Nun folgt ein längeres, erfolgloses Bemühen, die zweite Kordel einzuführen. Schließlich testet er noch einmal, ob der Tanka auf der einen Kordel fest sitzt. Dann fädelt er die zweite ein, was ihm schlussendlich auch gelingt. Er lehnt sich zurück und lächelt sehr zufrieden. „Ich wollte nicht aufgeben.“

Dass der hier unter realen Bedingungen durchgeführte Test zu den seltenen Ausnahmen gehört, wurde schon erwähnt. Hier liegt also ein Beispiel vor, in dem der Proband beim Testen ziemlich genau weiß, was er macht und warum er das so tut. Trotzdem gibt es eine Auffälligkeit, die aus der Darstellung im Handlungsstrukturplan deutlich wird.

Piet schließt die Tests an mehrere Teilschritte an. Er überprüft damit, ob das, was er gemacht hat, erfolgreich war. Auf die beiden ersten Tests folgen Handlungsunterbrechungen, beim ersten Mal folgt ein Teilschritt und dann betrachtet er den Gegenstand genauer, beim zweiten Mal schließt sich dem Test direkt eine Exploration des Vorbilds an. Auffällig ist die Platzierung des dritten Tests. Ihm folgen weitere Handlungsschritte, ein Abschlusstest fehlt.

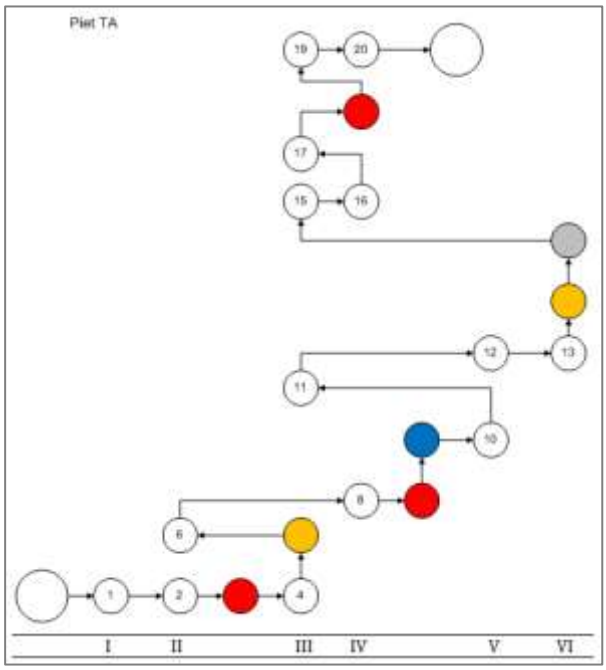


Abbildung 58: Strukturplan der Tanka-Aufgabe von Piet

Ein Blick auf den protokollierten Handlungsverlauf zeigt, weshalb die Tests so positioniert sind. Strategie III besteht im Einfädeln der Kordel, Strategie IV in deren Verknoten, um den Tanka vor dem Herausrutschen zu sichern. Piet fädelt eine Kordel ein (Schritt 15), verknotet sie (16), erkennt seinen Fehler, öffnet den Knoten und versucht, beide Kordeln einzufädeln. Da ihm das nicht sofort gelingt, testet er noch einmal den Halt des Tanka, bevor er die zweite Kordel endgültig einfädelt (19). Am Ende verknotet er beide miteinander (20). Bei genauem Hinsehen entpuppt sich seine Vorgehensweise als sehr zweckmäßig. Er weiß bei Schritt 15, was er machen muss, um zu einem erfolgreichen Abschluss zu kommen. Als er aber bemerkt, dass ihm das Einfädeln schwer fällt, testet er nochmals die Funktion des Tanka. Hätte er bis hierher einen Fehler gemacht, dann könnte er ihn auf diese Weise vor dem aufwendigen Einfädeln feststellen und beheben. Oder aber er testet, ob er das anstrengende Einfädeln nicht vielleicht doch weglassen kann. In beiden Fällen ginge er strategisch überlegt vor. Da er die Wirkzusammenhänge zuvor durch Tests ermittelt hat, verzichtet er auf den Abschlusstest – keine optimale Entscheidung, aber eine pragmatische.

Betrachtet man die Strukturpläne aller 60 Handlungen, so fällt auf, dass das abschließende Testen des Handlungserfolgs eine Standardmaßnahme der Kinder ist. Es gibt nur zwei Ausnahmen: Die eine ist die von Piet, die gerade diskutiert wurde. Die zweite betrifft einen Teil der Handlungen, die von den Probanden abgebrochen werden und bei denen ein Schlusstest daher wenig Sinn macht. Allerdings kann festgestellt werden, dass im Fall des Abbruchs wiederholt nicht das Ergebnis eines Tests direkt zur Beendigung führt. Vielmehr werden

nach dem letzten Test weitere Versuche unternommen, das Problem doch noch zu meistern, und erst dann erfolgt der Abbruch (vgl. die folgende Abbildung).

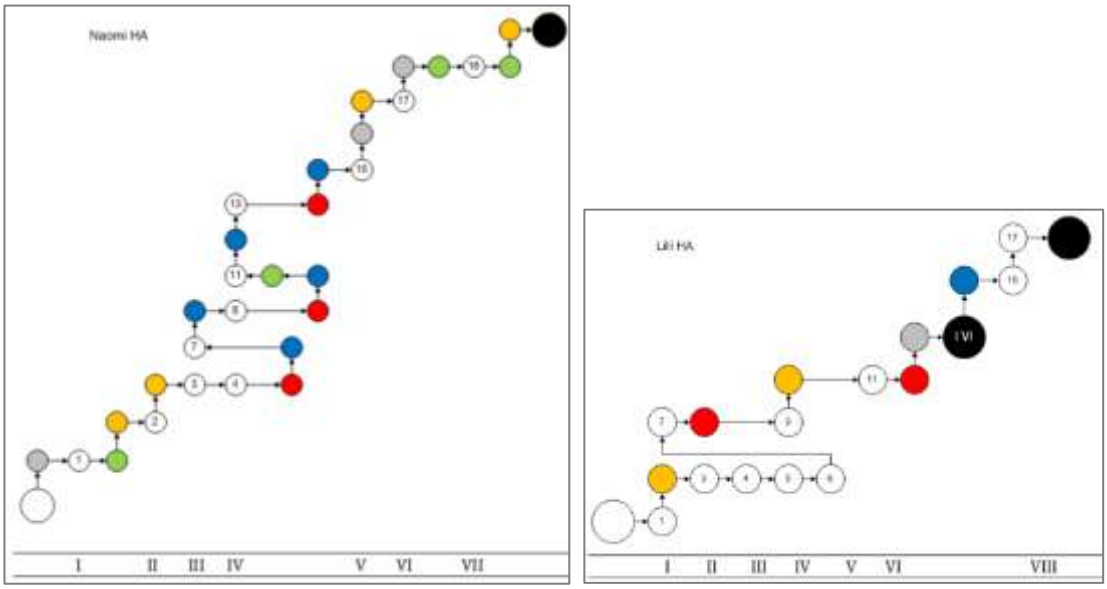


Abbildung 59: Beispiele für Handlungsabbrüche, denen unmittelbar kein Test vorausgeht

In den Handlungen der Stichprobe werden Tests strategisch sowohl geschickt als auch ungeschickt platziert. Folgende Varianten konnten beobachtet werden:

- *Strategisch günstige Platzierung:* Der Test wird durchgeführt, wenn ein Teilschritt abgeschlossen ist, aber noch bevor eine aufwendige Montage erfolgt, die keinen Einfluss auf die Funktion des getesteten Teilschrittes hat.
- *Nur bedingt geschickte Platzierung:* Der Test wird nicht direkt nach einem abgeschlossenen Teilschritt durchgeführt, sondern erst nach weiteren Aktionen. Diese sind dann unnötig ausgeführt, wenn der Test ein negatives Ergebnis bringt. Manchmal wird dadurch auch die Aussagekraft verringert, da nicht mehr klar ist, worauf das Testergebnis zurückzuführen ist.
- *Unbedachte, ungünstige Platzierung:* In seltenen Fällen wurden Tests erst nach mehreren langwierigen und schwierigen Teilhandlungen durchgeführt. Bei den drei Aufgaben der Hauptstudie ist ein besonders markantes Beispiel das von Rita, deren Daten nicht im Materialteil aufgeführt sind, weil nicht alle drei Handlungen durchgeführt werden konnten. Sie schraubt das Ballspiel komplett auseinander, obwohl ihr das schwer fällt, da sie mit dem Handling des Schraubendrehers Mühe hat. Sie legt die Feder ein und dreht alle Schrauben mit großer Kraft fest, erst dann testet sie. Da die Funktion nicht gegeben ist, wiederholt sie den ganzen Vorgang wieder erfolglos, und wieder führt sie den Test erst durch, als das Gehäuse fest verschraubt ist. Sie

braucht 34 Minuten für diese Aufgabe, u. a. deshalb, weil sie die Tests so ungeschickt platziert. Auch mehrmaliges Erfahren der Probleme beim Schrauben kann sie nicht dazu verleiten, den Test vor dem Verschrauben durchzuführen.

Ein vergleichbares Phänomen konnte in der Vorstudie bei der Reifenflick-Aufgabe öfter beobachtet werden. Hier vertrauten mehrere Kinder darauf, dass sie den Flicken sorgfältig „aufgeklebt" hatten und pumpten den Schlauch erst auf, als er im Reifen montiert war – einige testeten die Dichtigkeit sogar erst, als das Laufrad an der Federgabel montiert war. Hier zeigt sich, dass die Kinder teilweise einen Test bereitwillig durch die Überzeugung ersetzen, die Handlung richtig ausgeführt zu haben. Dass es Störeinflüsse gibt, die sie nicht wahrnehmen oder die sie nicht beeinflussen können, scheint ihnen nicht bewusst zu sein.

Ein interessanter Fall ist der Helenes, die das Ballspiel nicht kannte. Ihre Tests sind dort ungünstig platziert: Sie löst die Schrauben, setzt dann die Feder ein, ohne das Gehäuse zu öffnen, dreht die Schrauben wieder zu und testet. Da sie die Feder mehrmals in falscher Richtung einsetzt, muss sie immer wieder von neuem beginnen. Außerdem legt sie den Ball nicht auf, testet durch bloßes Drücken des Hebels, wodurch sie mehrmals nicht registriert, dass das Spiel nicht funktionstüchtig ist. Bei der Tanka- und der Haarklammeraufgabe weiß sie zwar zunächst nicht, wie sie die Gegenstände reparieren soll. Beide Gegenstände hat sie im Alltag schon benutzt und auch immer wieder angeschaut. Hier platziert sie Tests sehr günstig und führt sie auch so durch, dass sie danach weiß, ob der Gegenstand funktioniert oder nicht. Die Qualität der Tests hängt, zumindest bei Helene, deutlich mit der Erfahrung zusammen, die mit dem Gegenstand bereits gemacht wurde.

Kriterium 5: Formen des Erfassens der Sachstruktur

<u>Fallbeispiel 1: Erfassen von Teilfunktionen</u>

Jens (9) bearbeitet die beiden ersten Aufgaben ruhig, zielstrebig und schnell. Die Haarklammer-Aufgabe bereitet ihm dagegen Probleme. Zu Beginn setzt er die Klammerhälften zusammen, sichert sie mit dem Bolzen und schiebt die Federenden lose in die Halterungen ein. Er merkt sofort, dass das nicht zielführend ist. Er denkt nach, schaut in Richtung des Werkzeugs, legt eine kurze Pause ein. Der Versuchsleiter weist ihn darauf hin, dass er alles nutzen kann, was im Raum zur Verfügung steht. Er antwortet abwesend: „Mmh".

Er betrachtet die Klammerhälften, schaut auf das Werkzeug. Er schiebt den Bolzen ein, drückt die Klammerhälften auf und zu und betrachtet sie.

Mit dem Einschieben des Bolzens scheint er einen gesicherten Zwischenzustand gefunden zu haben, von dem aus er den Gegenstand untersuchen kann.

Es scheint ihm eine Idee zu kommen: „Haa!“ Allerdings geht er erneut nach derselben Strategie vor wie zweimal zuvor, mit demselben Ergebnis: Die Klammer spannt nicht richtig, der Bolzen rutscht leicht heraus.

Jens schaut kurz auf das Werkzeug. Auf Nachfrage antwortet er, er suche etwas zum Sichern des Bolzens. Offensichtlich macht er den Misserfolg am Herausrutschen des Bolzens fest, die fehlende Spannung scheint für ihn keine Rolle zu spielen.

Er versucht nun eine neue Strategie: Er setzt die Feder von der Unterseite ein, nun öffnet die Klammer, anstatt zu schließen. Dies kann er direkt auf die neue Positionierung der Feder zurückführen. (Allerdings probiert er nun nicht systematisch die Positionierungen der Feder durch oder sucht externe Hilfe.)

Bei 13:42 legt der Versuchsleiter das Vorbild hin, da Jens keinen andersartigen Versuch startet. Er lächelt kurz, vergleicht beide Klammern, probiert das Vorbild aus. Dann montiert er die Klammer wie gehabt. „Jaha … ich hab´s!“ Die Äußerung klingt nicht sehr zuversichtlich. Der Versuchsleiter fragt nach, woran das Problem liegt. Gerade, als er mit der Erklärung beginnen möchte, fällt die Feder heraus. Jens stöhnt enttäuscht auf. Offensichtlich hat er die fehlende Spannung immer noch nicht registriert, obwohl er mit dem Vorbild hantieren konnte. Vermutlich ist er so auf das Herausrutschen des Bolzens fixiert, dass er auf nichts anderes achtet.

Nun folgt eine längere Reflexionsphase. Er montiert die Klammer und vergleicht sie mit dem Vorbild. Die Bauteile fallen wieder auseinander, er seufzt enttäuscht auf. Er untersucht das Vorbild ausgiebig, dabei kommt ihm eine Idee: „Ahh!“ Nun arbeitet er rasch, hat sichtbar einen neuen Plan. Mittlerweile hantiert er sehr geschickt mit Klammern, Feder und Bolzen. Er setzt die Feder in korrekter Richtung ein und versucht, sie herunterzudrücken und den Bolzen vorzuschieben. Er hat die Lösung wohl erkannt und kämpft „nur“ noch mit dem Einsetzen der Feder. Allerdings greift er nicht zu einem Werkzeug, obwohl er das vorher gesichtet hatte. Erst als sich der Bolzen verklemmt, nimmt er eine Zange, zieht ihn heraus, legt sie weg und drückt dann den Bolzen wieder von Hand ein, ohne Werkzeug, obwohl ihm das schwer fällt.

Als die Teile montiert sind, schüttelt er die Klammer so, dass der Bolzen herausfallen würde, wenn er noch lose wäre. Er testet nicht die Spannkraft der Klammer, etwa in seinen Haaren, sondern nur den Sitz des Bolzens. Er lächelt zuversichtlich. „Jetzt aber…“. Er wird noch einmal unsicher und testet den Sitz des Bolzens durch Schütteln. Als der hält,

lächelt er zufrieden. „Fertig!" Bis zuletzt spielt die eigentliche Funktion des Gegenstands für ihn keine Rolle.

Die Funktion eines Sachsystems besteht in aller Regel aus mehreren Teilfunktionen. Die Haarklammer beispielsweise soll langes Haar zusammenhalten, soll es in bestimmten Anordnungen fixieren, soll schmücken, soll nicht in seine Einzelteile zerfallen, soll ohne Werkzeug zu bedienen sein. Es ist nicht unproblematisch, eine Reparaturaufgabe ohne Kontext zu stellen. Wer am Strand die langen Haare zusammenhalten möchte, damit sie beim Eisessen nicht ins Gesicht wehen, wird sich lieber mit einer schlecht spannenden Haarklammer zufrieden geben als mit gar keiner. Die Probanden zeigen in verschiedenen Handlungen Probleme, die darauf zurückzuführen sind, dass ihre Vorstellung, wann der Gegenstand als repariert angesehen werden kann, eine sehr subjektive ist. Für Jens bestand die Funktion der Klammer darin, dass die Teile zusammenhalten und dass die Klammer von alleine zuklappt. In diesem Sinne handelt er durchaus zweckmäßig und zielgerichtet, wenn er sich auf die Sicherung des Bolzens konzentriert. Bei intakten Federn sitzt der Bolzen fest; dort wird die Hauptfunktion, die Spannung der Klammerhälften, dazu genutzt, ihn zu fixieren. Insofern ist auch seine Überlegung, den Bolzen mithilfe eines Werkzeugs zu sichern, etwa indem man ihn am Ende staucht, zweckmäßig – aber eben nur, wenn der Zusammenhang mit der Hauptfunktion außer Acht gelassen wird.

Fallbeispiel 2: Gezielte Informationsbeschaffung

Jakob (9) arbeitet handwerklich geschickt und sehr ausdauernd. Bei der Reparatur des Ballspiels *verfolgt er zuerst zielstrebig den Plan, die Feder in die Halterung einzusetzen. Als ihm das nach kurzem Hantieren gelingt, der Test aber erfolglos ausfällt, überlegt er kurz, drückt die Feder noch einmal fest in die Halterung und testet erneut. Als wieder keine Wirkung da ist, demontiert er die Feder. „Des muss schon hier rein, aber ich weiß nicht, wie." Er baut die Feder wieder ein und testet, diesmal ohne den Ball einzusetzen. Offensichtlich hat er eine Vorstellung davon, woran er die Funktion auch unabhängig vom Ball erkennen kann.*

Nun folgt ein interessanter Test: Er nimmt die Feder heraus, setzt den Ball ein und betätigt den Hebel. Dies ergibt zunächst keinen Sinn, da ohne Feder keine Funktion gegeben sein kann und da er vorher diesen Zusammenhang sogar verbalisiert hat. Nun nimmt er den Ball heraus, schaut in das Gehäuse und überlegt. Er setzt die Feder an, bricht noch einmal ab und betrachtet das Spiel. Er überlegt. Auf die Frage, worüber er nachdenkt, antwortet er: „Wo ich des [Feder] so reinmachen soll, dass der Ball drauf kommt." „Was glaubst

du, warum es bisher nicht funktioniert?" „Weil des [er zeigt auf den Griff] des [Ball] nicht erreicht, weil es nicht dran ist." Nach wiederholten Fehlversuchen setzt er die Feder dann doch richtig ein und schließt die Handlung erfolgreich ab.

Mit Jakobs Erklärung erschließt sich der eigenartige Test ohne Feder. Er vermutet den Fehler darin, dass Hebel und Ball sich nicht berühren. Also baut er die Feder aus, damit er diese Wirkstelle isoliert betrachten kann. Dass er damit den Fehler noch nicht behoben hat, registriert er in der weiteren Arbeit. Am Ende kann er das Problem lösen, obwohl er zwischenzeitlich die Hoffnung aufgegeben hatte („Ich schaff´ es nicht."). Der Versuchsleiter verstand nicht, weshalb er die Feder für den Test demontierte. Gleichwohl hatte Jakob einen guten Grund dafür.

Fallbeispiel 3: Selbstständiges Erarbeiten der Sachstruktur

Sabrina (9) kannte Haarklammern von ihrer Mutter her, hatte aber noch keine repariert. Das heißt, dass sie zu Beginn der Aufgabe über keine differenzierte Kenntnis der Sachstruktur des Gegenstands verfügt. Sie kennt die ungefähre Lage der Bauteile zueinander und die Funktion der Klammer. Bei der Haarklammer-Aufgabe redet sie handlungsbegleitend, sodass mitverfolgt werden kann, wie sich während der Handlung ihr Wissen über den Gegenstand entwickelt[109].

Zunächst setzt sie die Klammerhälften gegeneinander und schiebt den Bolzen ein. „Vom Gelenk her geht´s jetzt wieder, aber jetzt muss ich noch die Federung einbauen, damit es auch hält."

Sabrina zerlegt die Funktionen der Haarklammer in zwei Gruppen: in das bewegliche Lagern der Klammerhälften („*Gelenk*") und in das Zusammenhalten unter Spannung („*Federung*"). Nun folgt ein Versuch, die Feder in die Lagerbohrungen des Bolzens einzuführen. Hier hat sie eine falsche Vorstellung davon, wie der Gegenstand montiert werden muss.

Sie versucht, die Feder direkt in die Lagerbohrungen zu schieben. „Auf jeden Fall muss des hier mit denen … dass des wieder zusammenhält. … Jetzt muss ich des reinquetschen – irgendwie … verbieg´ ich des hier." Sie legt eine Denkpause ein. „Irgendwie komisch." Sie demontiert alles, hält die Klammerhälften zusammen und betrachtet sie. „Die (unv.) hier so rum zusammen, ich muss (unv.). Ach nee, das ist anders." Sie setzt die Feder an verschiedenen Stellen oben an der Klammer an. „So passt es rein, jetzt muss ich´s nur durch die Löcher..." Sie überlegt, schaut in Richtung der Werkzeuge. „Was gibt´s da alles

[109] Sabrinas Reparatur wurde auf der 15. Tagung der DGTB in Berlin unter dem Aspekt des handlungsbegleitenden Planens vorgestellt. Der Beitrag wird im Tagungsband publiziert, der in Vorbereitung ist.

rein, da (unv.)" Sie betrachtet die Klammer, demontiert sie und setzt sie neu zusammen. Sie sichert die Klammerhälften mit dem Bolzen. „Mh, jetzt habe ich noch ein (unv.), wo´s reingeht. – So. Nee doch nicht. Auf jeden Fall muss es von innen rein." Sie setzt die Feder wieder an die Lagerbohrungen an, hält inne und überlegt. „Ha, da gibt´s ein langes und ein kurzes… [Federende], ach nee, sind beide gleich lang – Auf jeden Fall muss es in die Mitte. – Ah gut, jetzt muss es noch da drüber."

Sie legt alles vor sich hin, schaut kurz in Richtung der Werkzeuge. „Will nicht. Ah. Da muss doch eins von diesen Dingern [Federenden] durch." Sie setzt die Klammerhälften zusammen und schiebt den Bolzen etwa zur Hälfte ein. Sie setzt die Feder oben an (das wäre eine vorteilhafte Strategie), hält inne und überlegt. Dann legt sie alles auf den Tisch. Sie stützt den Kopf auf und denkt nach. „Auf jeden Fall ist des da [die Feder] immer in der Mitte. Das muss ich jetzt da reinkriegen."

Ihr sind offensichtlich während der Arbeit Zweifel an ihrer bisherigen Vermutung gekommen. Sie merkt, dass die Federenden nicht in die Bohrungen passen und sucht einen Ausweg.

Der Versuchsleiter fragt, ob es etwas gäbe, was ihr helfen könnte. Sie schnauft durch und überlegt. Sie schaut vom Tisch hoch, sieht die zweite Klammer, holt sie und betrachtet sie, während sie zum Platz zurückläuft. „Ah!" Sie setzt Bolzen und Feder an und hantiert unschlüssig. „Muss ich des da irgendwie nur noch reinkriegen. - (unv.) das da stillstehen würde. (Unv.) vielleicht das da durchzufädeln." Dann bricht sie ab, demontiert wieder alles und betrachtet das Vorbild. Sie hält die Feder neben das Vorbild und dreht sie genau so, wie die Feder dort liegt. „Mit der Nadel muss dieses Ding… O. K., genau so muss die da rein. Ha, wenn ich die jetzt da rein halten würde, würde es gehen." Sie setzt die Klammerhälften zusammen, drückt die Feder auf und versucht, den Bolzen einzuschieben.

Mithilfe ihrer Erfahrungen aus den bisherigen Ansätzen und der Betrachtung des Vorbildes hat sie nun eine ziemlich genaue Vorstellung davon erarbeitet, wie die Bauteile platziert werden müssen. Von nun an arbeitet sie zielstrebig auf die Lösung hin.

„Komm, warte… Wenn´s jetzt still halten würde, hätte ich es geschafft." Sie legt Feder und Bolzen auf den Tisch. „Aber wenn ich bloß die Nadel… dann bleibt des ein bisschen still. Kann ich des da reinlegen…" Sie setzt die Feder in der richtigen Richtung auf, der Bolzen ist teilweise eingeschoben. Jetzt versucht sie, ihn weiter vorzuschieben, er bleibt aber an den nicht-fluchtenden Bohrungen stecken. Sie schaut sich um. „Jetzt müsst´ es da irgendwas geben, wo´s still bleibt." Der Versuchsleiter bietet Hilfe an. Sie stimmt sofort zu

und gibt ihm genaue Anweisungen. „Mhh, dann geht´s. Also so zusammenhalten. Jetzt müsst´ es genau aufeinanderliegen. Also... ah, das Loch ist… jetzt!“

Die hier zu erkennende Verbindung von Sachwissen (der Bolzen wird in den Bohrungen der Halterungen gelagert) und Handlungswissen (damit der Bolzen eingeschoben werden kann, müssen die Klammerhälften so zusammengehalten werden, dass die Bohrungen fluchten) ist keine Selbstverständlichkeit in den Versuchen. Einige Kinder erkannten diesen Zusammenhang, andere arbeiteten teilweise mit brachialen Methoden bzw. bis ihre Finger tiefe Eindrücke von den Bauteilen aufwiesen, vergebens an diesem Problem.

Der Bolzen sitzt zur Hälfte drin. Sabrina setzt die Feder auf, drückt sie gegen den Bolzen, nimmt ihn wieder heraus und betrachtet die Klammer genau. „Ah, jetzt hab ich´s.“ Sie setzt die Feder auf, nimmt den Bolzen und schiebt ihn ein. Sie dreht ihn hin und her, damit er besser in die Bohrungen rutscht. „Jetzt geht´s da durch – so, und dann noch durch die letzten Löcher durch.“

Sie nimmt dem Versuchsleiter die Klammer aus den Händen und arbeitet alleine weiter.

Wie sie die Sache wieder an sich nimmt, ist genauso interessant, wie sie den Versuchsleiter instrumentalisiert. Sie will nur handwerkliche Hilfe, alle anderen Leistungen möchte sie alleine meistern. Ihre Anweisungen an den Versuchsleiter sind genau und beziehen sich auf „Handlangertätigkeiten“. Sobald der Bolzen annähernd gesichert ist, nimmt sie die Arbeit wieder an sich – sie scheint fast darauf gewartet zu haben.

„Dann wär sie wieder O. K.“ Sie biegt die Klammerhälften gegeneinander, damit die Bohrungen fluchten. Sie hebelt an der Klammer und drückt den Bolzen vor. „Das Ding da [die Aufnahme der einen Hälfte] muss weiter runter. Ich glaub´ auch, die Löcher liegen nicht direkt aufeinander. Oder doch, die liegen doch aufeinander. – Ah, jetzt hab´ ich´s.“

Die Aufgabe ist erfolgreich bewältigt. Sie testet die Klammer nicht ernsthaft, beispielsweise an ihrem Haar. Sie drückt sie nur leicht zusammen und hält sie dem Versuchsleiter demonstrativ entgegen. „Funktioniert wieder!“

Die abschließende Bemerkung sagt sie sachlich, ohne erkennbaren Triumph, wie das bei den anderen Kindern meistens erkennbar ist. Dass sie keinen abschließenden Test durchführt, könnte als Schwachstelle ihrer Vorgehensweise gesehen werden. Es wird hier aber vermutet, dass sie während der Arbeit nicht nur die Positionierung der Bauteile zueinander mit deren Funktion erfasst hat, sondern auch neben der Reparatur und ihren Kommentierungen die Spannkraft der Haarklammer wahrgenommen und bewertet hat.

Die Vermutung, dass Reflexionen überwiegend handlungsbegleitend ablaufen, kann bei vielen Handlungen der Kinder bestätigt werden. Es ist ein Befund, der vielleicht erwartbar war, auf alle Fälle aber diskutiert werden sollte, dass reine Reflexionsphasen sehr selten vorkommen. Er könnte dahingehend interpretiert werden, dass die Kinder kaum nachdenken. Dann wären Leistungen wie die Sabrinas nicht nachvollziehbar. Hier wird die Sicht präferiert, dass beträchtliche kognitive Leistungen während der Handlung erledigt werden. In gewisser Hinsicht würde das der Theorie der hierarchisch sequenzierten Handlungsregulation widersprechen, da sie darauf aufbaut, dass erst durch Automatisierung von Abläufen Freiräume im kognitiven Apparat geschaffen werden können, um Kapazität für andere Probleme zu haben. Für die Kinder waren viele der getesteten Handlungen neuartig, sie können also nicht auf Handlungsprogrammen aufbauen – und trotzdem hatten sie genügend kognitive Kapazitäten frei, um (keineswegs unterkomplexe) sachliche und prozedurale Zusammenhänge zu verarbeiten.

Ein Aspekt soll noch gesondert betrachtet werden, und zwar die Exploration des Gegenstands. Sabrina gibt an, vergleichbare Haarklammern zu kennen – der Plan, den sie vor der Handlung nennt, bestätigt das.

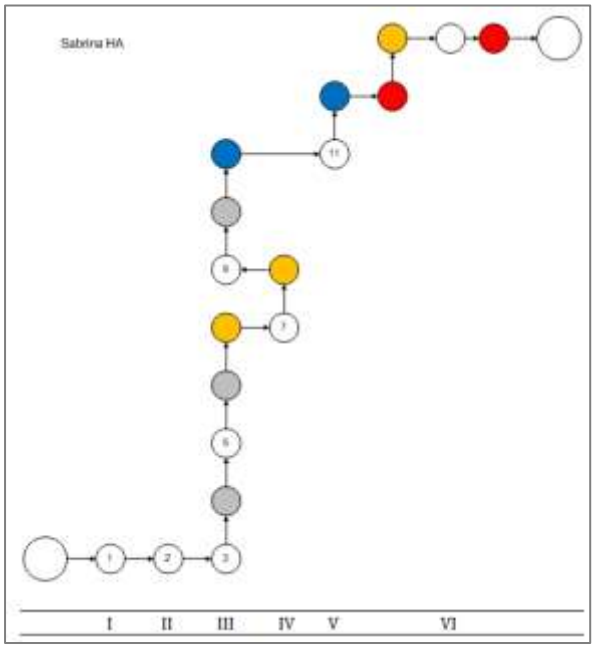


Abbildung 60: Strukturplan der Haarklammer-Aufgabe von Sabrina

Ein Blick auf den Strukturplan zeigt, dass sie direkt mit der Reparatur beginnt. Sie führt drei Teilschritte aus, denkt nach, wiederholt den letzten Schritt und denkt erneut nach. Nun erst betrachtet sie den Gegenstand genauer. Sie probiert eine neue Strategie aus, dann schaut sie den Gegenstand noch einmal an. Sie kehrt zu Strategie III zurück. Als die sie nicht weiterbringt, überlegt sie und analysiert dann das Vorbild.

Zu Beginn kann sie nicht über detaillierte Vorstellungen von der Reparatur verfügen. Ihr Plan gibt die Struktur des Gegenstands wieder und zwei Handlungselemente: Sie hat vor, erstens die Bauteile zu verbinden und zweitens die „Federung“ herzustellen. Sie beginnt mit dem Sichern der Klammerhälften durch den Bolzen (Schritte 1 und 2), wodurch sie einen gesicherten Zwischenstand erzeugt. Nun hat die Haarklammer weitgehend ihre end-

gültige Form, das zu lösende Problem der Spannung der Klammer ist dadurch regelrecht isoliert worden; sie spricht das sogar aus: *„…aber jetzt muss ich noch…“*. Sabrina hat die Komplexität des Problems reduziert und kann sich auf diese Weise schrittweise durch die Handlung hindurcharbeiten. Sie hält, indem sie vor sich hin redet, für sich selbst das folgende Teilziel *(„…dass des wieder zusammenhält…“*) und den Operator *(„Jetzt muss ich des reinquetschen…“)* fest. Besonders die Bemerkung, dass sie die Feder „reinquetschen“ muss, ist aufschlussreich für die Fragestellung nach der Erkundung des Gegenstands. Sabrina erkundet ihn zunächst nicht durch reines Anschauen, sondern durch Ausprobieren. Sie kann dabei zwei Fortschritte gleichzeitig erzielen: Sie erprobt verschiedene Operatoren und erkundet die Sachstruktur des Gegenstands. Dass nämlich die Aufnahmen des Bolzens so eng zueinander stehen, dass die Feder nur durch Biegen eingeschoben werden kann und dass diese sich nicht so einfach biegen lässt, sind Informationen, die sie nicht schon zu Beginn haben konnte. Sie hat diese Erkenntnis im Umgang mit dem Gegenstand erworben. Im Verlauf der weiteren Arbeit wird ihre Vermutung jedoch erschüttert – die Abfolge von Wiederholungen, Reflexionen und Explorationen gibt einen deutlichen Hinweis darauf. Durch die Erfahrungen der bis dahin durchlaufenen Handlungsschritte und durch das Betrachten des Vorbilds erarbeitet sie sich ein Wissen über die Sachstruktur. Ab Schritt 11 verfolgt sie die zielführende Idee, die Feder mit dem Bolzen zu sichern. Diese Strategie erarbeitet sie sich während der handelnden und der anschauenden Auseinandersetzung.

Betrachtet man Sabrinas Handlung oberflächlich, könnte der Eindruck eines „Muddling through“ entstehen. Das vermeintliche „Durchwurschteln“ ist aber zumindest in diesem Fall ein probehandelndes Explorieren des Gegenstands. Zielannäherung und Erforschung der Sachstruktur verlaufen parallel und nicht nacheinander.

Sabrina geht bei allen drei Aufgaben so vor, also mit einem direkten Eintauchen, ohne vorheriges Betrachten des Gegenstands. Außer ihr begannen bei allen drei Aufgaben noch zwei weitere Kinder (Leo und Jens) und bei zwei der drei Aufgaben sechs Kinder (Lili, Marion, Hanja, Piet, Susanna und Micha) auf diese Weise. Mit einer betrachtenden Untersuchung des Gegenstands dagegen begannen bei allen drei Aufgaben zwei Kinder (Claudia und Jakob), bei zwei von drei Aufgaben drei (Daniel, Matthias und Naomi).

Der am Beispiel Sabrinas vorgestellte Zugang zu problemlösenden Handlungen ist also nicht der einzig mögliche, aber ein häufig vorkommender – in ihrem Fall zeigt sich also eine Art von Handlungsmuster.

Fallbeispiel 4: Probleme bei der Exploration

Im Umkehrschluss kann davon ausgegangen werden, dass für Handelnde, denen dieser handelnd-explorierende Zugang erschwert oder unmöglich gemacht wird, eine bedeutsame Form der Exploration verschlossen bleibt. Hier kann als Beispiel eine Probandin herangezogen werden, die Probleme mit der Augenkoordination hat und daher nur eingeschränkt räumlich sehen kann. Bei ihr fallen bei allen drei Aufgabenstellungen vergleichbare Merkmale auf.

Lili (9) hält die Gegenstände teilweise sehr dicht vor eines ihrer Augen. Besonders bei der Ballspiel-Aufgabe *führt das zu Problemen.*

Sie versucht lange Zeit, die Feder bei montiertem Fangkorb einzusetzen. Da sie dabei mit der Hand weite Teile des Korbes ausfüllt, kann sie das Innere des Gehäuses schlecht sehen. Sie führt die Kante des Korbes dicht an das eine Auge heran und versucht so, wenigstens minimalen Einblick zu bekommen. Nun verdeckt nicht nur ihre Hand, sondern auch die Wandung des Korbes die Sicht auf die Funktionsstelle. Ohne die Intervention des Versuchsleiters, der ihr zeigt, dass man den Fangkorb abschrauben kann, wäre sie vermutlich nicht weitergekommen.

Die vertikale Ausrichtung des Strukturplans spiegelt den stockenden Verlauf der Handlung wieder. Im Vergleich mit anderen Plänen ist eine große Häufigkeit an Explorationen des Gegenstands zu erkennen. Diese hängen eng mit der Einschränkung der Sehfähigkeit Lilis zusammen. Sie kann Zusammenhänge nicht so beiläufig wahrnehmen, sodass sie auf intensives Betrachten angewiesen ist.

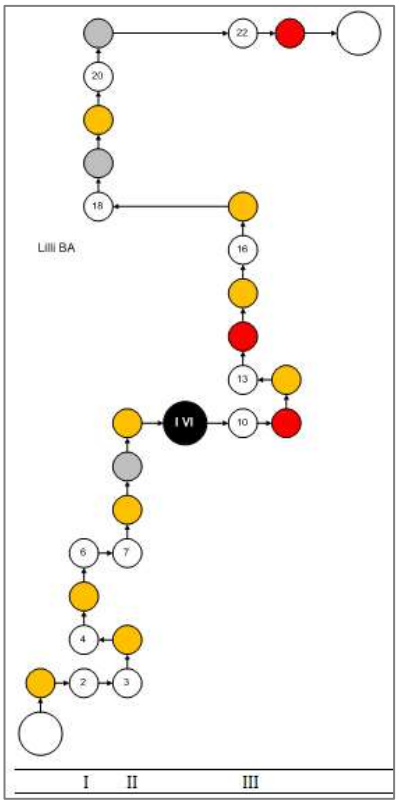


Abbildung 61: Strukturplan der Ballspiel-Aufgabe von Lili

Teilweise zeigt Lili ungewöhnliche Lösungsansätze. Bei der Tanka-Aufgabe *zieht sie beispielsweise die Feder auf das Zugband auf und versucht, beide gemeinsam durch die Gehäusebohrung einzuschieben. Es bleibt unklar, inwiefern das mit ihrer eingeschränkten Sehkraft zusammenhängt.*

Lili agiert vom reinen Ergebnis ihrer Handlungen erfolglos. Die *Ballspiel-* und die *Tanka-Aufgabe* bewältigt sie nur mit Hilfestellung, die *Haarklammer-Aufgabe* auch damit nicht. Stärker noch als ein erkennbares fehlendes Verständnis für Ursache-Wirkungszusammenhänge wirkt sich bei ihr aus, dass sie wenig Handlungsalternativen entwickelt, besonders,

dass ihr Suchraum eng auf den Gegenstand begrenzt bleibt und sie ihn nicht erweitert. Es kann nicht mit Gewissheit gefolgert werden, dass ihre Schwierigkeiten bei der Handlungsregulation, aber auch beim Erfassen von Ursache-Wirkungszusammenhängen aus der Sehbeeinträchtigung resultieren, es liegen aber Hinweise darauf vor. Dass sie überhaupt so weit kommt, obwohl sie aus alltäglichen Erfahrungen weiß, dass ihr solche Sachverhalte besonders schwer fallen, spricht für ihren großen Willen, Probleme selbst bewältigen zu können.

Für einen Beobachter bieten sich mehrere Ansätze an, wie sie mit dem Handicap umgehen könnte, zuallererst das Einüben der Strategie, den zu bearbeitenden Gegenstand so weit wie möglich durch eine Demontage zugänglich zu machen. Das würde eine gezielte Förderung Lilis voraussetzen.

Kriterium 6: Berücksichtigung der Bedingungen und der Umgebung der Handlung

Die Bedeutung des Beachtens der Umgebungsbedingungen für technische Handlungen wurde oben herausgearbeitet.

<u>Fallbeispiel 1: Die Folgen der Handlung und die Umgebung werden nicht beachtet</u>

Miro (9) löste die beiden ersten Aufgaben ohne größere Schwierigkeiten. Anders dagegen sah es bei der Haarklammer-Aufgabe aus.

Er versucht zunächst, die Feder in die Aufnahme des Bolzens einzusetzen. Diese Strategie, darauf sei jetzt schon verwiesen, lässt ihn die gesamte Handlung über nicht los. Nach kurzem Versuch wechselt er zu einer anderen Variante: Er fixiert beide Hälften mit dem Bolzen. Schnell wechselt er wieder zur ersten Strategie, allerdings mit einer Weiterentwicklung: Er nimmt eine Flachzange und schneidet eines der beiden Federenden kürzer. Auf Nachfrage äußert er die Vermutung, dass die Feder kaputt sei und deshalb nicht in die Bohrungen passe. Der Versuchsleiter informiert ihn darüber, dass keines der Bauteile defekt ist. Miro drückt nun die Feder wieder in die Bohrungen.

Erst als das nicht gelingt, betrachtet er zum ersten Mal den Gegenstand genauer. Er fragt den Versuchsleiter, ob er den anderen Kindern Tipps gegeben habe. Der legt ihm das Vorbild hin. Miro schaut es nur kurz an und demontiert dann die Arbeitsklammer. Nun ändert er sein Vorgehen, setzt die Feder an die korrekte Position, allerdings in falscher Einbaurichtung, und sichert sie mit dem Bolzen. Er demontiert alles wieder, indem er die Klammer schüttelt. Dabei fällt ihm die Feder zu Boden. Er holt sie, montiert die Teile erneut und testet das Ergebnis. „Ha, geschafft! Oder?" Er erkennt, dass die Klammer nicht

ausreichend spannt, nimmt die Zange und versucht, die Feder enger zu biegen. Die fehlende Spannung hat ihn wohl in seiner ursprünglichen Vermutung bestätigt. Er testet, betrachtet die defekte und die funktionstüchtige Klammer, setzt die Teile zusammen, betrachtet das Vorbild, denkt nach. Nun folgt eine Phase von ca. 3 Minuten, in der er immer wieder versucht, die Feder an einer Klammerhälfte anzusetzen, die zweite Hälfte dagegenzusetzen und dann alles mit dem Bolzen zu sichern. Dies ist eine ungünstige Vorgehensweise, da er vier Teile positionieren und führen muss. Immer wieder rutschen sie ihm aus der Hand, fallen auf den Tisch oder auf den Boden. Immer wieder von neuem muss sich Miro auf die Suche nach der Feder machen, Gegenmaßnahmen ergreift er nicht. Schließlich bittet er den Versuchsleiter um einen weiteren Tipp. Der hält ihm die beiden Klammerhälften, sodass das Handling besser klappt.

Miro setzt die Feder an, dreht sie in die richtige Richtung und drückt sie von Hand gegen die Klammer, was ihm schwer fällt. Der Versuchsleiter möchte ihn durch einen Impuls dazu bringen, dass er über Hilfen nachdenkt: „Das geht schwer, es so herunterzudrücken." Miro stimmt zu, nimmt die Zange und versucht wieder, die Feder enger zu biegen. Dann setzt er sie wieder an und versucht längere Zeit, sie weit genug auf die Klammer zu pressen. Er schüttelt die Hände, sagt, dass seine Finger schmerzen, ist aber weder bereit, aufzuhören (auf Nachfrage des Versuchsleiters), noch kommt er auf die Idee, zur Unterstützung ein Werkzeug zu nutzen. Schließlich gibt ihm der Versuchsleiter eine Feder aus einer anderen Haarklammer, die nicht so stark spannt. Miro verfolgt weiter dieselbe Strategie. Genau fünfmal fällt ihm noch ein Bauteil auf den Boden, ohne dass er Gegenmaßnahmen ergreift. Drei Minuten nach der Intervention hat er die Feder mit dem Bolzen soweit gesichert, dass nicht mehr alles auseinanderfällt. Allerdings klemmt der Bolzen zwischen den Halterungen fest, weil die Bohrungen nicht fluchten, und lässt sich nicht ganz einschieben. Hier nutzt Miro wieder Werkzeug: Zunächst versucht er, den Bolzen mit einem Hammer einzuklopfen. Dann drückt er ihn mit einer Zange schräg nach unten. Schließlich gelingt es ihm, den Bolzen komplett einzusetzen.

Er testet die Funktion und ist sehr erleichtert, dass er die Klammer reparieren konnte. Auf Nachfrage nach den Ursachen für das Problem antwortet er: „Ich glaub', des hier [Feder] war ein bisschen zu kaputt."

Die Hartnäckigkeit, mit der Miro die immer gleichen Probleme hinnimmt, ohne eine Verbesserung anzustreben, kann auch bei anderen Probanden beobachtet werden. Teilweise fiel es dem Versuchsleiter sehr schwer, nicht einzugreifen. Was von einer neutralen Perspektive aus offensichtlich und unübersehbar ist, scheint aus der Sicht der Kinder in eigenartiger Wei-

se alternativlos. Weshalb, so stellt sich die Frage, führt nicht wenigstens das negative Gefühl der immer wiederkehrenden Frustration dazu, dass sie ihr Verhalten ändern? Hier scheint das Konzept des Suchraums gegenstandslos zu sein, da die Kinder gar nicht auf der Suche sind. Vielmehr müsste der Problemraum erweitert werden, also ein Bewusstsein dafür geschaffen werden, dass wohl die Schwerkraft, aber nicht fortwährendes Herunterfallen von Bauteilen eine naturgegebene Bedingung des Handelns ist.

In diesen Zusammenhang gehört auch die Bedeutung der Arbeitsvorbereitung, die Miro viele Misserfolgserlebnisse ersparen könnte. Nur in wenigen Fällen konnte etwas festgestellt werden, was den Charakter einer Vorbereitung des Arbeitsumfeldes trägt. Präventive Optimierungsstrategien scheinen für die untersuchte Altersstufe nicht im Blickfeld zu liegen[110].

Außerdem kann bei Miros Fall beobachtet werden, dass den Kindern die Endgültigkeit bestimmter Maßnahmen nicht einsichtig ist. Wenn das Federende abgeschert ist, lässt sich das nicht mehr rückgängig machen. Nicht einmal der Hinweis des Versuchsleiters, dass alle Bauteile fehlerfrei sind, konnte ihn davon abhalten, die Feder kürzer zu schneiden bzw. sie zu verbiegen. Unberührt davon ist die Tatsache, dass Miro in bestem Wissen und natürlich nicht absichtlich-destruktiv vorging. Er vermutete einen Defekt der Feder und versuchte, sie zu reparieren, bedachte aber nicht, wie er reagieren könnte, wenn sich seine Vermutung später als falsch herausstellen sollte.

Fallbeispiel 2: Maßnahmen zur Beeinflussung der Umgebungsbedingungen

Mit vergleichbaren Schwierigkeiten kämpft Naomi (9) bei der Haarklammer-Aufgabe, sie geht allerdings auf andere Weise damit um:

Zunächst versucht sie, die Feder in die Lagerbohrungen einzusetzen. Sie nimmt die Flachzange zu Hilfe, es gelingt ihr aber nicht. Nun setzt sie beide Klammerhälften gegeneinander und versucht, die Feder in die Bohrungen zu schieben. Als das nicht gelingt, ändert sie die Strategie. Sie setzt die Klammerhälften zusammen und fixiert sie mit dem Bolzen. Sie beobachtet sie beim Auf- und Zuklappen und demontiert anschließend die Klammer. Nun holt sie das Vorbild, betrachtet es genau, setzt die Feder auf den Bolzen, hält ihn gegen das Gehäuse, bricht dann ab. Sie fixiert wieder die Hälften mit dem Bolzen, schaut am Vorbild und setzt die Feder oben an. Sie kontrolliert erkennbar deren Einbaurichtung und sichert nun die Feder mit dem Bolzen.

[110] Übereinstimmungen zwischen Phylogenese und Ontogenese sind schnell postuliert, aber kaum zu belegen. Trotzdem drängt sich hier eine Ähnlichkeit zwischen der Vorgehensweise der Kinder und der oben skizzierten historischen Entwicklung von Instandhaltungsmaßnahmen auf: „Feuerwehrstrategien“ scheinen fundamentale Formen zu sein, vorausschauende Maßnahmen deuten auf ein elaboriertes Vorgehen hin.

Anschließend testet sie die Funktion. Sie bemerkt die fehlende Spannung, überlegt, greift zur Zange und versucht, die Feder enger zu biegen. Sie bricht ab und vergleicht nochmals ihre Feder mit dem Vorbild. Sie demontiert ihre Klammer und beginnt wieder mit der Montage. Sie testet und überlegt ausführlich, demontiert wieder alles und beginnt von neuem. Jetzt dreht sie die Feder gezielt in die richtige Lage (sie rutscht ihr mehrmals aus den Fingern, jedes Mal dreht sie die Feder in die korrekte Richtung). Bei der Montage hat sie Mühe mit dem Handling. Obwohl die Flachzange direkt neben ihrer Hand liegt, nutzt sie diese nicht. Auch als ihr die Feder mehrmals herunterfällt, nutzt Naomi kein Werkzeug. Der Versuchsleiter bietet ihr an, die Klammer zu halten. Das nimmt sie sofort an. Sie schiebt die Feder auf den zu Zweidrittel durchgesteckten Bolzen. Jetzt nutzt sie die Zange und zwei Schraubendreher, um den Bolzen in die Halterung zu hebeln. Dabei fällt alles in seine Einzelteile auseinander. Sie schaut kurz enttäuscht, macht sich aber sofort wieder an die Montage. Sie bittet den Versuchsleiter nicht um Hilfe.

Schließlich bricht sie ab, weil ihr die Finger wehtun. Sie kann erklären, wie sie vorgehen müsste, um die Klammer zu montieren; offensichtlich hat sie aber keine Lösung, wie sie das Handling beherrschbar machen kann.

Auch wenn Miro zum Erfolg kommt und Naomi nicht, geht sie doch an vergleichbaren Stellen zweckmäßiger vor. Sie nutzt das Vorbild intensiv als Informationsquelle und richtet ihr Handeln nach dem aus, was sie dort entdeckt. Außerdem verfolgt sie Strategien, die sich als nicht hilfreich erweisen, nicht immer weiter. Im Überblick sieht ihre Handlung folgendermaßen aus:

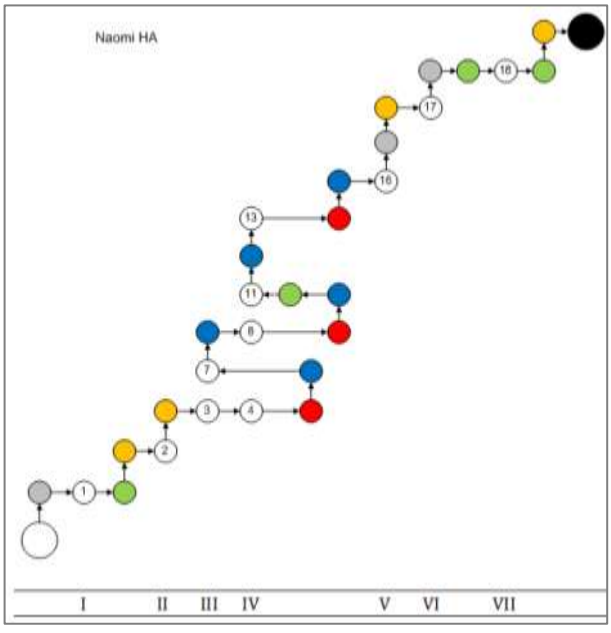


Abbildung 62: Strukturplan von Naomis Haarklammer-Aufgabe

Der Strukturplan zeigt, dass Naomi die Strategien III und IV hartnäckig verfolgt. Sie platziert nach einem Lösungsversuch einen Test, informiert sich danach am Vorbild, wiederholt den Lösungsversuch und testet. Nachdem sich kein Erfolg einstellt, schwenkt sie auf eine neue Strategie um. Zu erkennen ist auch, dass sie die ganze Bandbreite erfolgsichernder Maßnahmen einsetzt: Sie untersucht den Gegenstand, legt Reflexionspausen ein, informiert sich über externe Quellen, nutzt Werkzeug. Sie exploriert das

Handlungsumfeld gründlich und richtet ihr Vorgehen an den Erkenntnissen, die sie daraus zieht, aus. Sie lernt aus Misserfolgen und ändert ihre Vorgehensweise entsprechend. Dazu gehören auch die Einsicht, dass sie bestimmte Teilschritte nicht ohne externe Hilfe schafft, und die Bereitschaft, diese Hilfe zuzulassen.

Was ihr am Ende fehlt, ist das Bewusstsein dafür, dass sie etwas, das sie theoretisch mit den Händen erledigen kann, manchmal besser mit Werkzeug ausführen sollte. Die Bevorzugung der Hände auch dort, wo ein Werkzeugeinsatz sehr zweckmäßig wäre, zieht sich als Grundmuster durch viele Handlungen der Kinder.

Kriterium 7: Formen der Informationsbeschaffung an externen Datenquellen

Es ist naheliegend, dass sich die Kinder dort, wo ihnen Wissen über Zusammenhänge fehlt, Informationen direkt am Gegenstand beschaffen; auch Tests werden dieser Kategorie zugerechnet. Es kann vermutet werden, dass diese „interne“ Exploration die häufigste Form der Informationsbeschaffung ist.

Die besondere Ausrichtung der Aufgabestellungen macht es allerdings erforderlich, dass die Kinder auch „externe“ Informationsquellen nutzen, da ihnen die Gegenstände demontiert vorgelegt werden, sie also die Position der Bauteile zueinander nicht direkt erkennen können. Im Vortest, bei der Reifenflicken-Aufgabe, lag dem Flickset eine Gebrauchsanleitung bei, sodass eine schriftliche Quelle verfügbar war. Das wäre mit den Aufgabenstellungen des Haupttests nur möglich gewesen, wenn eine Anleitung extra für diesen Zweck erstellt worden wäre. Da aufgrund der Fragestellungen die Rahmenbedingungen aber so realitätsnah wie möglich sein sollten, wurde auf diese Maßnahme verzichtet. Den Kindern standen demnach nur zwei externe Informationsquellen zur Verfügung: die Vorbild-Gegenstände und das Wissen des Versuchsleiters.

<u>Informationsbeschaffung beim Versuchsleiter</u>

Vor den Versuchen wurde vermutet, dass die Kinder den Versuchsleiter sehr bereitwillig fragen würden, wenn sie nicht weiterkämen. Oben ist unter dem Stichwort „Interventionen“ dargelegt, welche Reaktionen des Versuchsleiters als erlaubte (aber zu dokumentierende) Einflussnahmen festgelegt wurden. In den Versuchen zeigte sich dann schnell, dass die Kinder diese Quelle selten nutzen. Dies liegt sicher auch an der Situation der Tests und an der Distanz, die die Kinder zum Versuchsleiter hatten. Folgende Hilfen holten sie sich auf eigene Initiative bei ihm:

- Informationen über den Gegenstand erfragten Micha, Miro (jeweils zweimal) und Naomi.
- Eine Absicherung, dass sie nichts kaputt machen könne, holte sich Marion ein.
- Hilfe bei der Entscheidung, ob das Ergebnis gut ist, suchten Hanja, Piet und Susanna.

Neben diesen sachlich motivierten Aktivierungen des Versuchsleiters gab es auch solche, die eher auf motivationale bzw. „moralische" Unterstützung abzielten. Zwei Anlässe traten mehrmals auf, meistens bei der Haarklammer-Aufgabe, weil sie die Kinder oft an die Grenzen ihrer Fähigkeiten brachte:

Wenn die Kinder erschöpft waren und keine Lust mehr hatten, aber nicht einfach aufgeben wollten, sendeten sie wiederholt deutliche Signale an den Versuchsleiter aus. Sie stöhnten auf, sagten, ihnen täten die Finger weh oder schüttelten sie auffallend, sahen ihn mehrmals hilfesuchend an. Besonders auffällig ist das bei Claudia und Leo zu beobachten. Als er dort nachfragte, ob sie nicht lieber aufhören wollen, nahmen sie sofort und dankbar an. Bei anderen abgebrochenen Versuchen verging noch eine Weile, bis die Kinder zur Beendigung bereit waren.

Eine interessante Form der Informationssuche beim Versuchsleiter trat mehrmals in mehr oder weniger deutlicher Ausprägung auf. Wenn die Kinder einen Teilerfolg erzielt hatten und an dieser Stelle die Handlung gerne abgebrochen hätten, obwohl sie erkannten, dass das Ergebnis nicht zufriedenstellend war (prototypisch: Die Haarklammer war montiert, spannte aber nicht richtig, weil die Feder in falscher Richtung eingebaut war), suchten sie beim Versuchsleiter dessen Bestätigung, dass das Ergebnis doch ausreichend sei. Sie sagten „*fertig*" oder „*endlich*", schauten den Versuchsleiter dabei aber fragend bzw. auffordernd an. Oder aber sie formulierten ihre Ansicht schon mit einer Einschränkung: „*Jetzt stimmt es doch, oder?"* Am deutlichsten kann das bei Marions Haarklammer-Aufgabe beobachtet werden, die bereits beschrieben wurde. Beim Test der Klammer (Schritt 7) schaut sie den Versuchsleiter aufmerksam an und sagt „*Gut!"* Es genügt ein einfaches, fragendes „*O. K.?*", und sofort „zieht" sie zurück: „*Hmm*". Als durch den Test in ihren Haaren die fehlende Funktion unübersehbar wird, sucht sie mit dem Defekt der Feder eine Ursache, die nicht bei ihr liegt. In diesen Fällen wurde der Versuchsleiter stärker als Affirmationsinstanz denn als Informationsquelle genutzt.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass die Kinder oft eine Hilfe nicht annahmen, manchmal sogar ausdrücklich ablehnten. Das betraf die als Impuls gesetzten Aufforderungen zur Such-

raumerweiterung („Gibt es etwas, was dir helfen könnte?“), aber auch Hilfsangebote zum Handling („Soll ich dir etwas halten?“). Besonders auffallend ist das bei Hanja, die bei der Haarklammer-Aufgabe schon 7 Minuten lang erfolglos gearbeitet hatte, dann über 4 Minuten lang daran scheiterte, die Feder mit dem Bolzen zu sichern, woraufhin sie der Versuchsleiter bei 11:20 (Schritt 13) fragt, ob ihr etwas helfen könne. Dass sie dies nach so langer Zeit und mühevoller Arbeit, bei der ihr der Gegenstand mehrmals aus den Händen rutschte, ablehnt, war für den Versuchsleiter schwer zu verstehen – sie wollte es wohl auf alle Fälle selbst schaffen.

Neben der Anerkennung für das Durchhaltevermögen und für die Willensstärke stellt sich aber gleichwohl die Frage, ob es an einigen Stellen nicht sinnvoll wäre, Hilfe vom Versuchsleiter anzunehmen, wenn nicht gar aktiv zu suchen. Da die Kinder nach den Tests keine Gründe für ihre ablehnende Haltung angeben konnten, können hierzu keine weiteren Aussagen getroffen werden.

Informationsbeschaffung durch direktes Vergleichen von Gegenstand und Vorbild

Lili (9) „stolpert“ bei der Tanka-Aufgabe, wie andere Kinder auch, darüber, dass sie die Funktion der dritten Schnur am Handschuh nicht zuordnen kann. Da sie ratlos scheint, immer wieder den Kopf schüttelt, und erkennbar durch diese Schnur irritiert wird, legt ihr der Versuchsleiter das Vorbild hin. Sie vergleicht beide und beschäftigt sich direkt mit der unterschiedlichen Zahl an Kordeln. Sie legt das Vorbild sauber hin, den Arbeitshandschuh und den Tanka daneben. Sie murmelt: „… die unteren zwei…“ Anschließend beschäftigt sie sich nicht mehr mit der dritten Kordel – offensichtlich hat der direkte Abgleich zwischen Vorbild und zu reparierendem Gegenstand ihre Frage beantwortet.

Der Vergleich zwischen dem Arbeitsgegenstand und dem intakten ist die häufigste Form der Informationsbeschaffung an externen Quellen. Er kann gut beobachtet werden bei Jessicas Haarklammer-Aufgabe, bei Matthias, Micha, Naomi, Piet und Sabrina. Dort werden beide Gegenstände nebeneinander gelegt und direkt verglichen, durch bloßes Betrachten oder durch Ausprobieren.

Die Versuche zeigen, dass die Kinder die Vorbilder meistens intensiv einsetzen, um offene Fragen zu klären. Nur in wenigen Fällen nutzen Kinder das Vorbild flüchtig. Miro beispielsweise bittet den Versuchsleiter um Hilfe bei der Haarklammer-Aufgabe, weil er nicht weiß, wie die Feder montiert werden muss. Er erhält die Vorbildklammer, schaut sie dann aber nur beiläufig an. Er erkennt vermutlich mit einem Blick, dass die Feder mit dem Bolzen fixiert wird, und denkt, damit hätte er die gesuchte Information erhalten. Erst als er beim Testen

seiner Klammer feststellt, dass diese nicht richtig spannt, greift er nochmals zum Vorbild. Er testet es und vergleicht es mit der Arbeitsklammer. Erst jetzt untersucht er das Vorbild genauer. Am Ende schließt er die Reparatur erfolgreich ab. Er untersucht das Vorbild, so wird hier vermutet, unter isolierten Fragestellungen. Zunächst beantwortet er mit seiner Hilfe die Frage, wo die Feder eingebaut und wie sie fixiert wird. Bei der zweiten Nutzung ermittelt er, wie stark die Klammer spannen muss. Beim dritten Mal erst gleicht er die genaue Einbaurichtung der Feder ab. Sein Vorgehen kann so interpretiert werden, dass er ungenaue Fragen entwickelt, oder aber so, dass die Fragen wohl genau sind, sich aber auf einen kleinen Ausschnitt der Problemsituation beziehen.

Eine nur einmal vorkommende Art, mit dem Vorbild umzugehen, kann bei Daniel beobachtet werden. Bei der Ballspiel-Aufgabe holt er es sich und betrachtet es zunächst genau. Dann beginnt er, das intakte Spiel zu demontierten. Er dreht den Korb ab, nimmt die Feder heraus und schaut sich deren Einbaurichtung und das Gehäuse genau an. Diese Art der Nutzung des Vorbilds ist im Grunde naheliegend, enthält aber auch die Gefahr, dass es seine modellhafte Funktion verliert, wenn bei der Demontage nicht genau darauf geachtet wird, wie die Bauteile montiert waren.

Kriterium 8: Werkzeugnutzung

Wie schon bei der Erläuterung des Designs der Studie erwähnt, erfordern die drei Aufgabenstellungen in unterschiedlicher Stärke den Einsatz von Werkzeug. Das Ballspiel kann problemlos ohne Werkzeug repariert werden, beim Tanka ist der Einsatz eines schmalen Hilfsmittels zum Einfädeln der Kordeln hilfreich. Die Haarklammer lässt sich dagegen ohne Werkzeug schwer reparieren. Die Bauteile sind sehr klein und müssen unter hohem Kraftaufwand montiert werden, was dazu führt, dass sie leicht aus der Hand rutschen. Hier sind Zangen zum Halten und Schraubendreher zum gerichteten Drücken sehr hilfreich. Das Herunterdrücken der Feder und das Einschieben des Bolzens mit den Fingern verursacht wegen der harten Materialien, kleinen Angriffsflächen und großen Kräfte Schmerzen, besonders mit zunehmender Dauer.

<u>Fallbeispiel 1: Fehlende Werkzeugnutzung auch bei großem Bedarf</u>

Claudias (9) Ignorieren von Werkzeug wurde oben angesprochen. Bei der Haarklammer-Aufgabe *arbeitet sie nach einer falschen Strategie: Sie setzt beide Klammerhälften zusammen und versucht dann, die Feder von unten in die Aufnahmen für den Bolzen einzudrü-*

cken. Das kann nicht erfolgreich sein, da die Halterungen zu eng sind. Trotzdem drückt sie mit großer Kraft gegen die Feder. Sie stöhnt auf, lächelt in die Kamera und schüttelt die Finger, weil sie ihr wehtun. Direkt neben ihr liegt Werkzeug, Zangen beispielsweise und Schraubendreher. Sie lässt es ungenutzt liegen und beendet die Arbeit erfolglos.

Claudias Abbrechen ist eher ungewöhnlich, da die Kinder normalerweise erst nach langen, erfolglosen Versuchen aufgaben. Auf Nachfrage sagt sie, ihr hätten die Finger so sehr geschmerzt, das hätte sie nicht ausgehalten. Die Frage des Versuchsleiters, ob ihr etwas hätte helfen können, beantwortet sie mit: „Weiß nicht." Es liegt nahe, dass sie die Handlung auch beendet, weil sie keinen Zugang zur Lösung auf der Sachebene fand. Aber zumindest die Schmerzen hätte sie beseitigen können.

Dass Claudia kein Werkzeug nutzt, ist nicht außergewöhnlich. Neun Kinder nutzten überhaupt kein Werkzeug, weitere drei nur ein einziges Mal. Es lässt sich keine fundierte Aussage dazu machen, weshalb die Kinder das nie oder nur sehr selten taten. Der Versuchsleiter gab nie den direkten Hinweis darauf. Wenn er den Eindruck hatte, dass Werkzeugnutzung einem längeren, erfolglosen Bemühen ein Ende setzen könnte, erinnerte er den Probanden daran, dass er alle Hilfsmittel im Raum nutzen könne. Die Werkzeuge schienen auch dann für die Kinder nicht im Blickfeld zu liegen, sie nahmen deren Funktionalität nicht wahr. Sechs der neun „Werkzeugverweigerer" verzichteten auch bei der Haarklammer-Aufgabe darauf, obwohl sie scheiterten. Das deckt sich, wenn auch nicht in diesem Ausmaß, mit den Handlungen der Reifenflick-Aufgabe aus der Vorstudie, wo drei der zehn Probanden zum Ab- und Aufziehen des Mantels kein Werkzeug verwendeten, obwohl das anders für sie beinahe nicht zu schaffen ist.

Gründe für das Ignorieren der Werkzeuge lassen sich für den Autor nicht erkennen. Dort, wo er nach den drei Versuchen nachfragte, konnten die Kinder nur angeben, sie hätten das Werkzeug nicht gesehen – sie hatten offensichtlich selbst keine Erklärung. Ergänzt werden muss, dass Erfolg in den Versuchen nicht direkt an die Werkzeugnutzung gekoppelt ist. Vier Kinder konnten die Haarklammer-Aufgabe auch ohne Werkzeug erfolgreich bearbeiten.

Fallbeispiel 2: Regelmäßige Werkzeugnutzung

Die geringe Anzahl der Werkzeugnutzungen wird noch deutlicher, wenn bedacht wird, dass Naomi mit neun Zählern fast ein Drittel der Werkzeugnutzungen auf sich vereinigt.

Naomi (9) nutzt bei der Haarklammer-Aufgabe *dreimal eine Flachzange zum Aufdrücken der Feder und einmal einen Schraubendreher. Sie kann die Klammer nicht reparieren, Werkzeugnutzung ist also nicht gleichbedeutend mit erfolgreichem Handeln. Betrachtet*

man nur den Strukturplan (s. Abbildung 62), dann muss Naomi ein variantenreiches Vorgehen zugesprochen werden. Sie verfolgt die Strategien III (Sicherung der Klammerhälften mit dem Bolzen) und IV (teilweises Zurückziehen des Bolzens und Einsetzen der Feder) intensiv, sie testet den Erfolg, exploriert das Vorbild und vor Teilschritt 11 probiert sie den Einsatz von Werkzeug aus. Trotzdem bleibt sie damit erfolglos, am Ende fehlen ihr Kraft und taktile Geschicklichkeit.

Wie Naomi nutzen noch die Geschwister Leo und Hanja ganz selbstverständlich Werkzeug. Sie kommen aus einem techniknahen Umfeld, der Vater arbeitet in einem technischen Beruf. Er baut mit den Kindern regelmäßig kleinere und größere Gegenstände, wobei die Kinder selbst mitarbeiten dürfen, was nach den Berichten der anderen Kinder eher die Ausnahme darstellt. Normalerweise schauen sie zu, während ihr Vater bastelt, allenfalls können sie Handlangerdienste erledigen. Bei Leo und Hanja kann vermutet werden, dass das Vorbild des Vaters und die vielfältigen Erfahrungen dazu geführt haben, dass sie Werkzeuge als Hilfe verstehen.

Ausnahmebeispiel: Instrumentalisieren des Versuchsleiters als „Werkzeug“

Susanna (10) hat an der Haarklammer bereits über neun Minuten hartnäckig gearbeitet. Immer wieder rutschen ihr die Einzelteile aus den Händen, sie kommt nicht weiter. Endlich kommt sie auf eine neue Idee: Sie versucht, die Feder von oben anzusetzen. Ganz beiläufig sagt sie zum Versuchsleiter: "Können Sie mir kurz helfen?“ Sie zeigt ihm, wie er die Feder halten soll. „Hier heben. Einfach da heben.“ Während der Versuchsleiter die Feder gegen die Klammer drückt, schiebt Susanna den Bolzen in die Halterung.

Diese Form, den Versuchsleiter als Hilfe zu instrumentalisieren, als eine Art lebendes Werkzeug, nutzt außer Susanna nur noch Daniel. Alle anderen Kinder ließen das nur zu, nachdem der Versuchsleiter es angeboten hatte – teilweise musste er es mehrmals tun, manchmal lehnten sie es auch generell ab. Gründe dafür könnten in der Testsituation und in der Distanz zum Versuchsleiter gesucht werden; einen Freund im Alltag hätten sie vermutlich schneller um Hilfe gebeten. Oft waren sie aber so vertieft in die Tätigkeit, dass sie das Hilfsangebot kaum wahrnahmen. Sie lehnten einsilbig ab, manchmal schüttelten sie nur den Kopf oder reagierten gar nicht, so als ob sie den Hilfeversuch als Störung, als Einmischung empfinden würden.

Kriterium 9: Handlungsunterbrechende Reflexionsphasen

Für dieses Analysekriterium wird die quantitative Auswertung der Merkmale herangezogen. Die beiden Extrem-Gruppen von Probanden sollen betrachtet werden, also diejenigen, die sehr viele Reflexionsphasen zeigen und diejenigen, bei denen längere Nachdenkpausen nur sehr selten erkennbar sind.

Zwei Probanden, Jakob und Naomi, unterbrachen ihr Handeln 15 bzw. 14 Mal für längeres Nachdenken (vgl. Tabelle 14). Der Medianwert[111] der summierten Reflexionsphasen aller 60 Versuche liegt bei 2,5 – demgegenüber fallen die 15 bzw. 14 Ereignisse deutlich auf. Die beiden Kinder könnten in den Versuchen regelrecht als „Grübler" bezeichnet werden. Beide erledigten zwei der drei Aufgaben erfolgreich, sodass das Verhalten, aus dem auf eine Reflexion geschlossen wird (nachdenkliche Blicke, z. B. nach oben, grüblerische Laute oder entsprechende Äußerungen), wohl kein Überspielen einer Hilflosigkeit ist.

	Name	Reflexion
1	Marion	1
2	Leo	2
3	Falko	2
4	Matthias	2
5	Nelson	2
6	Piet	2
7	Helene	2
8	Susanna	2
9	Micha	3
10	Miro	3
11	Hanja	3
12	Jessica	3
13	Rieke	3
14	Claudia	4
15	Sabrina	4
16	Lilli	5
17	Jens	6
18	Dominik	9
19	Naomi	14
20	Jakob	15
		87

Tabelle 14: Reflexionsphasen aller 60 Handlungen

Bei Marion kann dagegen in allen drei Versuchen zusammen nur eine einzige Reflexionsphase beobachtet werden, sieben weitere Kinder unterbrachen ihr Handeln nur zweimal – sie bilden den unteren Rand. 13 von 20 Kindern legten durchschnittlich maximal eine Reflexionspause pro Handlung ein, obwohl sie sich auf weitgehend unbekanntem Gebiet bewegten. Dabei lässt sich kein Zusammenhang zwischen den Reflexionsphasen und dem Erfolg der Handlungen erkennen: Dominik und Helene beispielsweise reparierten alle drei Aufgaben erfolgreich, Marion dagegen nur eine. Wenn man davon ausgeht, dass keine der Aufgaben so unproblematisch ist, dass sie ohne längeres Nachdenken zu lösen ist, so kann als Ergebnis der Beobachtungen festgehalten werden, dass das gedankliche Verarbeiten von Problemen, dass Versuche, Sachstrukturen zu verstehen, dass Nachdenken über Alternativen – dass all diese geistigen Verarbeitungen überwiegend handlungsbegleitend stattfinden und nicht in einem Nachdenken, für das das Handling mit den Sachen unterbrochen wird. Die Tatsache, dass von acht Kindern, die kaum gesonderte Reflexionsphasen einlegen, sechs Kinder zwei der drei Aufgaben erledigen konnten, zeigt, dass diese Vorgehensweise keineswegs erfolglos ist. Die beiden „Grüb-

[111] Der Medianwert hat hier den Vorteil, dass die oberen und unteren Extremwerte ausgeblendet werden.

ler“ zeigen vermutlich nur andere Formen des *Aktions-Reflexions-Managements* und keineswegs mehr „Denkleistungen“ – wobei hier die quantitativen Aussagen endgültig an ihre Grenzen stoßen.

Kriterium 10: Sachfremde Einflüsse auf das Handeln

Die Aufgabenstellungen fordern das Beobachten von Handlungseffekten, das Analysieren von Ursache-Wirkungszusammenhängen und das zweckrationale Entscheiden heraus. Trotzdem ließen sich in den Handlungen der Kinder zahlreiche Vorgehensweisen beobachten, die zumindest auf den ersten Blick kaum zweckrational gedeutet werden können.

Magische Handlungen

Sandro (10) verhielt sich im Unterricht[112] *eher desinteressiert, beschäftigte sich ohne Ausdauer mit den Lerngegenständen. Im Versuch der Vorstudie beginnt er aber sehr zielstrebig und konzentriert. Er demontiert das Laufrad, zieht den Mantel von der Felge und löst den Schlauch – kaum ein Kind zuvor arbeitete ähnlich schnell wie er. Dann nimmt seine Handlung einen verblüffenden Verlauf: Ohne jede weitere Maßnahme (Loch im Schlauch suchen und flicken) montiert Sandro den Reifen wieder. Er legt den Schlauch um die Felge, zieht den Mantel auf, montiert das Ventil, setzt das Laufrad ein und pumpt den Reifen zum Testen auf. Auf die Frage nach seinen Beweggründen antwortet er, es hätte sein können, dass der Reifen nun dicht sei.*

Die Art und Weise, wie Sandro antwortet, wirkt authentisch und ehrlich, es wird ausgeschlossen, dass er Unsicherheit überspielen will oder ähnliches. Er ging offensichtlich wirklich davon aus, dass ein Hantieren mit dem Gegenstand, das entfernt an eine Reparatur erinnert, einen positiven Effekt haben könnte. Sandros Handeln kann nicht rational erklärt werden, es erinnert an Formen *magischer Handlungen* (Heilen durch Handauflegen, Schmerz wegpusten). Wenn auch solche extremen Varianten nicht mehr beobachtet werden konnten, so gibt es doch vergleichbare Beispiele. Wenn eine Vorgehensweise erfolglos war, dann ist eine Wiederholung ein probates Mittel, um doch noch zum Ziel zu gelangen. Es könnte sein, dass beim ersten Mal ein Fehler gemacht wurde; die Wiederholung kann dazu dienen, die Effekte, die das Hantieren auslöst, genau zu beobachten. So kann auch eine zweite Wiederholung noch rational erklärt werden. Eine dritte und vierte macht aber keinen Sinn mehr – weshalb sollte eine Variante, die sich mehrmals als unwirksam herausgestellt hat, irgendwann

[112] Der Versuchsleiter konnte die Kinder vor den Tests im Unterricht beobachten.

doch funktionieren? Trotzdem werden in einigen Handlungen der Kinder erfolglose Strategien oft wiederholt. Auf die Frage nach den Beweggründen gaben sie in aller Regel ähnliche Antworten wie Sandro.

Ignorieren einer Fehlfunktion, um die Handlung beenden zu können

Piet (9) fällt im Unterricht häufig auf, weil er seine Aufmerksamkeit nur kurz aufrechterhalten kann. Auch in der Einleitung zu den Versuchen bekommt er schnell einen abwesenden Blick, als der Versuchsleiter den Ablauf erklärt. Als Piet bei der ersten Aufgabe seinen Plan beschreiben soll, tut er das bereitwillig, aber eher desinteressiert (und das, obwohl der von ihm explizierte Plan auf ein gutes Verständnis des Sachverhaltes schließen lässt). Als der Versuchsleiter ihn daraufhin auffordert, mit der Handlung zu beginnen, ist er sichtlich erstaunt. Er hatte wohl damit gerechnet, dass er eine lange Reihe von Fragen beantworten und das Problem zunächst kognitiv lösen sollte – genau wie im Unterricht. „Darf ich wirklich schon anfangen?", fragt er.

Als er dann mit der dritten Aufgabe, der Reparatur der Haarklammer, beginnt, hat er die für seine Verhältnisse lange Konzentrationsdauer von knapp 20 Minuten (für die Einführung, die Aufgabenerledigung und für die kurzen Gespräche im Anschluss an die Handlungen) aufrechterhalten. Er beginnt damit, die Klammerhälften zusammenzusetzen und mit dem Bolzen zu sichern. Dann versucht er für einen kurzen Moment, die Klammern mit der Feder zu verbinden, bricht aber ab und setzt die Feder von unten an. Er wechselt noch einmal dazu, sie direkt in die Lagerbohrungen einzuführen. Offensichtlich weiß er keine Lösung und probiert verschiedene Varianten aus. U. a. nimmt er eine Flachzange und versucht, die Feder enger zu biegen.

Nun wechselt er wieder zu seiner ersten Strategie zurück und sichert die Klammerhälften mit dem Bolzen. Er versucht, die Feder in die Bohrungen einzusetzen, sieht aber, dass das nicht geht. Es folgt eine längere Phase, in der er die Klammer betrachtet. Er wählt verschiedene Schraubendreher aus und drückt mit ihnen den Bolzen hin und her. Den Elektronik-Schraubendreher untersucht er kurz: „Ist der magnetisch?" Er testet den drehbaren Griff aus. Dann wendet er sich wieder der Klammer zu und überlegt.

Jetzt holt er sich das Vorbild. Schon auf dem Weg zurück zum Arbeitstisch sagt er: „Ahh, jetzt kapier´ ich´s." Er setzt in ca. 20 Sekunden die Feder (in falscher Richtung) in die Halterung und sichert sie mit dem Bolzen.

Er testet kurz und sagt sehr sicher: „Fertig." Er steckt die Klammer in seine (kurzen) Haare und schaut sofort irritiert. Er nimmt das Vorbild und vergleicht: In der einen Hand

das Vorbild, in der anderen das Arbeitsgerät. „Ja, fertig." Er zweifelt erkennbar, bleibt aber bei seinem Urteil und beendet den Versuch.

Piet, so wird vermutet, weiß, dass er hier bessere Leistungen erbracht hat als sonst in der Schule. Der Versuchsleiter lobt ihn nach jeder Aufgabe, Piet lächelt daraufhin unsicher, aber doch zufrieden. Am Ende benötigte er 04:15 Minuten für die Reparatur des Ballspiels, 10:00 Minuten beim Tanka und 06:20 Minuten für die Haarklammer. Das ist für einen Neunjährigen durchaus eine Herausforderung und für Piet ganz besonders. Dass er die Haarklammer an seinem Haar testet, unter realen Bedingungen, spricht dafür, dass er strategisch denkt und die Aufgabenstellungen ernst nimmt. Dass er die Handlung beendet, obwohl die Funktion nicht voll hergestellt ist und obwohl er das erkennt, wird hier damit erklärt, dass er nicht mehr weitermachen wollte oder konnte. Er nimmt ein eingeschränktes Ergebnis in Kauf, schützt sich aber in gewisser Weise vor einem abwertenden Urteil des Versuchsleiters (und vor sich selbst), indem er so tut, als sei die Reparatur gelungen. Dieses Verhalten erinnert an das, was in der Attributionsforschung zum Zusammenhang zwischen Fähigkeit und Selbstvertrauen bekannt ist. Bullock vermutet, dass die „[...] Notwendigkeit, Ursachen für ein Leistungsergebnis zu finden, ein wichtiger Faktor bei der Entwicklung von Attributionsschemata sein könnte." (Bullock 1994, S. 69 f.) Dass Piet in der Schule häufig Misserfolg zurückgemeldet bekommt, dürfte seine Reaktion in diesem Versuch beeinflusst haben. Er hat gute Leistungen erbracht, hat sich Wissen über die Sachstruktur handelnd angeeignet. Er scheint diese Leistungen nicht zu erkennen, sonst hätte er selbstsicher reagieren können.

Verständnis der Testsituation als Wettbewerb

Bei wenigen Kindern war erkennbar, dass ihr Handeln aus anderen Motivationen als dem Wunsch, die Gegenstände zu reparieren, beeinflusst war. Sandro beispielsweise überlegte nach seiner „magischen" Handlung für einen kurzen Moment, ob er die Arbeit beenden sollte. Dann fragte er nach: *„Haben die anderen es geschafft?"* Als der Versuchsleiter antwortet, dass ein Teil der Kinder den Test abgebrochen hätte, andere aber bis zu Ende gearbeitet hätten, machte er weiter, obwohl er nicht wusste, wie er das Problem lösen sollte.

Josephine in der Vorstudie und Jessica und Sabrina in der Hauptstudie arbeiteten extrem schnell, fast überhastet. Auf Nachfrage gaben sie an, das wäre bei ihnen sonst auch so. Trotzdem drängt sich der Eindruck auf, dass sie den Ehrgeiz hatten, die Aufgaben in möglichst kurzer Zeit zu erledigen.

Die Quellen dieser Motivationen liegen nicht in den sachtechnischen Dimensionen der Aufgabenstellungen, sie müssen auf der emotionalen Ebene gesucht werden. Wenn das Problem

beherrscht werden konnte, erfuhren die Kinder sich selbst als erfolgreich – der Stolz war ihnen meistens deutlich anzumerken. Außerdem konnten sie sich mit ihren Freunden vergleichen. Dazu legten sie teilweise an ihre Leistung einen Vergleichsmaßstab an (Anzahl und Dauer der bewältigten Aufgaben) und tauschten sich nach dem Test untereinander aus. Sie setzten, so wird hier interpretiert, ihren Handlungserfolg als symbolische Form der sozialen Kommunikation ein.

6.6.2 Vergleichende Betrachtungen der Handlungsstrukturpläne

Die Handlungsstrukturpläne können genutzt werden, um die Handlungen der Kinder formal zu beschreiben und zu vergleichen. Dies wird in der Folge nach zwei Gesichtspunkten durchgeführt: Zunächst werden die Pläne personenbezogen untersucht, es wird also nach individuellen Handlungsmustern gesucht. Zweitens werden sie aufgabenbezogen ausgewertet, um Zusammenhänge zwischen Problemsituation und häufig auftretenden Lösungsstrategien erkennen zu können. Sämtliche 60 Strukturpläne sind in Kapitel 3 des Materialbandes nach diesen beiden Gesichtspunkten zusammengestellt. Hier werden nur ausgewählte herausgegriffen und diskutiert.

Personenbezogene Charakteristika der Handlungen

Von drei Handlungen einer Person kann noch nicht auf einen „Handlungstyp“ geschlossen werden. Allerdings, und hier zeigt sich ein Nutzen der drei Schwierigkeitsstufen der Aufgabenstellungen: Besonders wenn bei einem Kind sowohl bei der leichten als auch bei der schweren Aufgabe ähnliche Handlungsmerkmale beobachtet werden können, kann zumindest von einem Handlungsmuster gesprochen werden.

<u>Vertikal ausgerichtete Handlungsstrukturpläne</u>

Eine stark vertikale Ausrichtung der Handlungsstrukturpläne weist auf eine Häufung von Maßnahmen hin, durch die die unmittelbare Zielerreichung unterbrochen wird. Dies zeigt sich bei allen drei Strukturplänen von Jakob, Naomi und Piet.

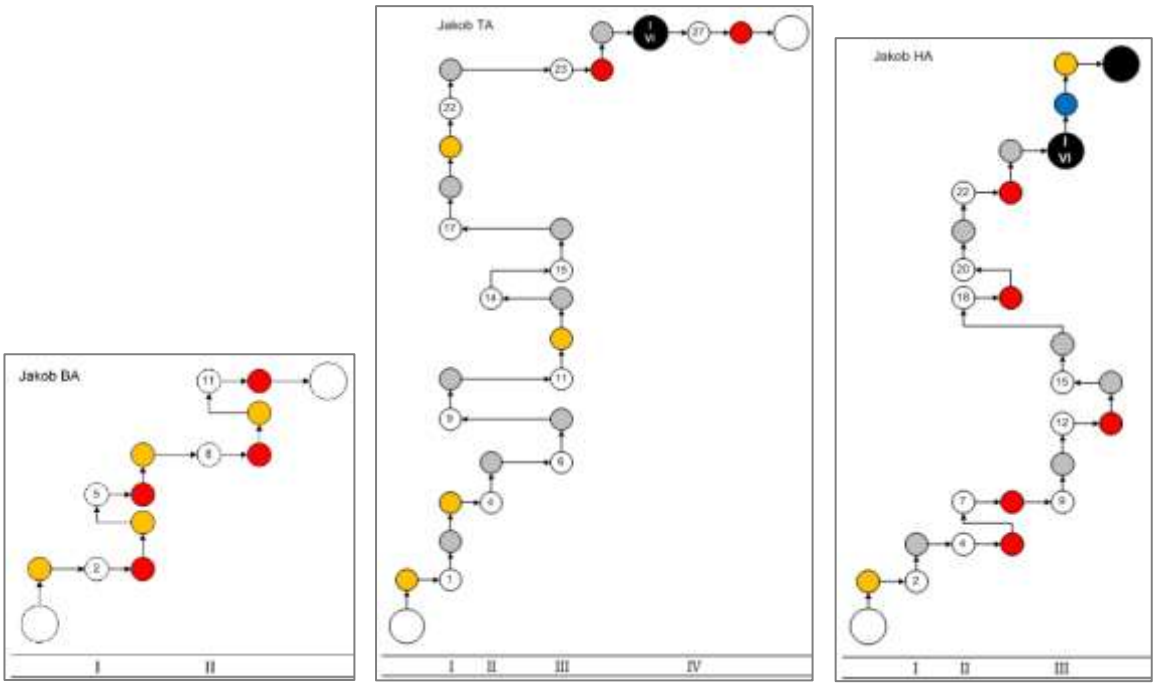


Abbildung 63: Die Handlungsstrukturpläne von Jakob

Bei Jakob fallen die häufigen Reflexionsphasen auf, die regelmäßigen Tests, der Beginn der Handlungen mit der Exploration des Gegenstands, aber auch das Fehlen einer Informationssuche an externen Quellen (bei der Haarklammer-Aufgabe wurde sie durch den Versuchsleiter initiiert) und der Nutzung von Werkzeugen. Er handelt durchaus erfolgreich, sodass die unterbrechenden Maßnahmen als zweckmäßig eingestuft werden können. Trotzdem kann festgestellt werden, dass die Abfolge *genaue Betrachtung des Gegenstands – Handlungsschritt – Test* eine Stärke und das fehlende Zurücktreten und Überblick-Verschaffen eine Schwachstelle in seiner Vorgehensweise ausmacht.

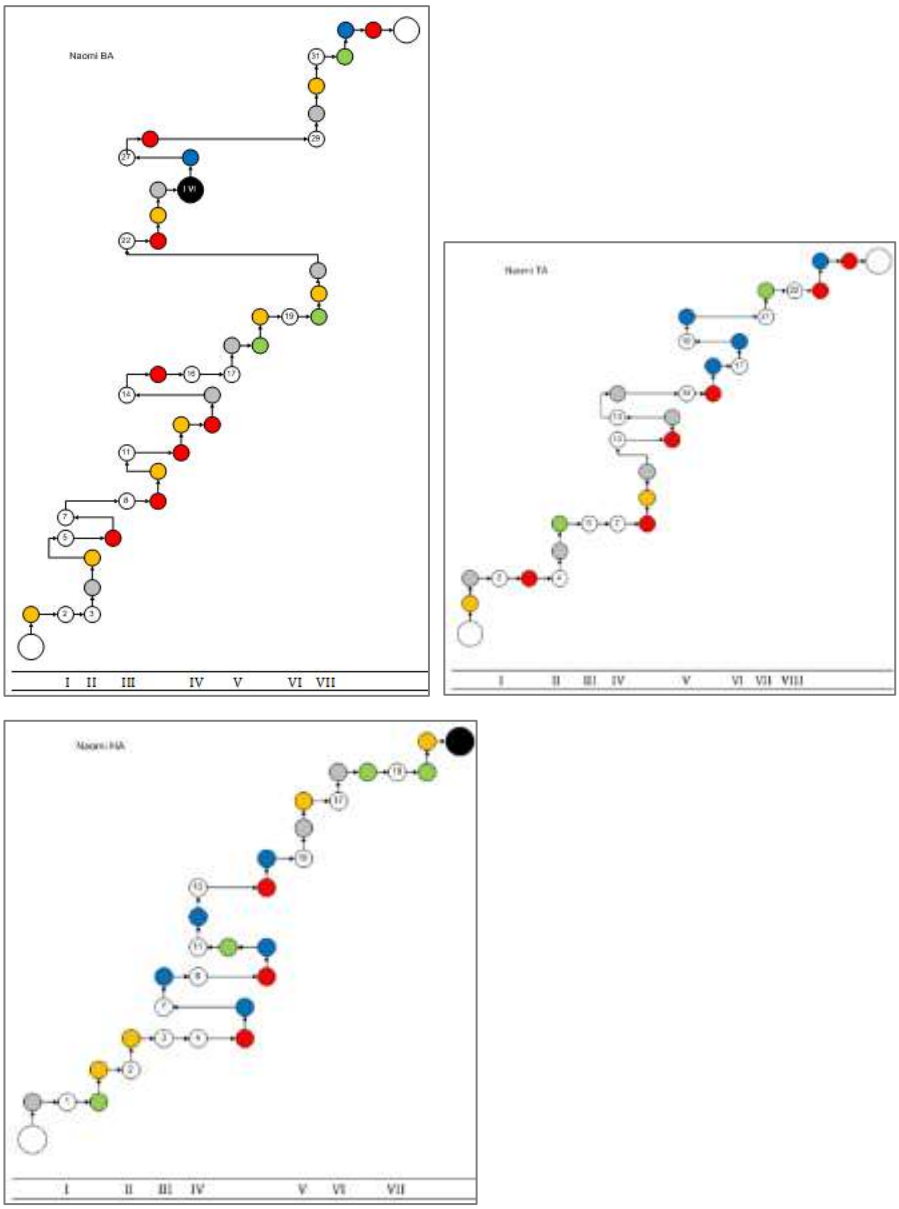


Abbildung 64: Die Handlungsstrukturpläne von Naomi

Bei den Strukturplänen von Naomi fällt auf, besonders im Vergleich zu Jakob, dass sie ein sehr breites Spektrum an Maßnahmen ergreift: Von der Exploration des Gegenstands über die Nutzung externer Informationsquellen und von Werkzeugen bis hin zu vergleichsweise vielen Reflexionsphasen sind alle erfassten Handlungsmerkmale erkennbar. Es ist außerdem erkennbar, dass sie in ihrem Problemlöseprozess unterschiedliche Strategien entwickelt und erprobt. Darin unterscheiden sich ihre Handlungen von denen Jakobs.

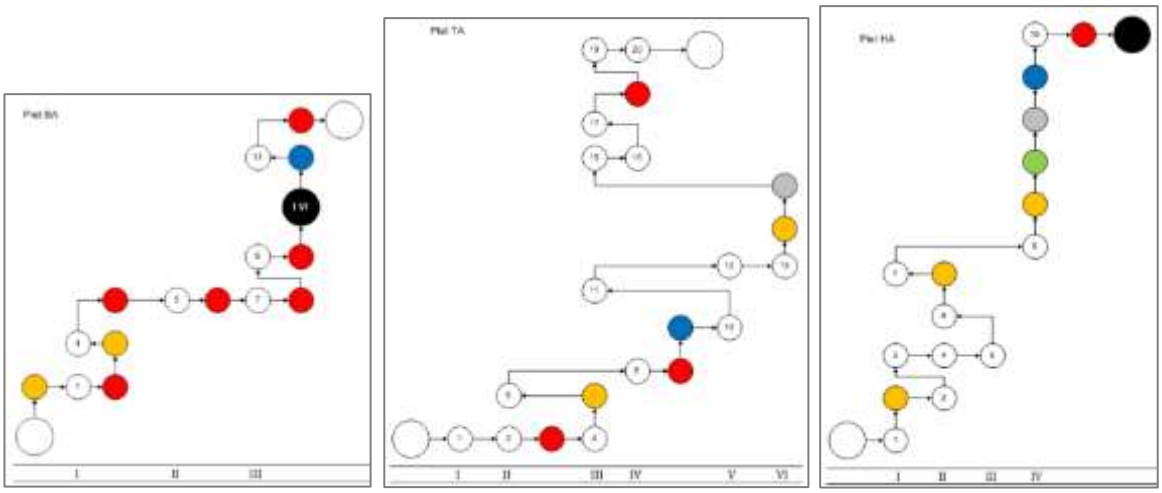


Abbildung 65: Die Handlungsstrukturpläne von Piet

Piets Pläne unterscheiden sich außer der vertikalen Ausrichtung deutlich voneinander. Während die Ballspiel-Aufgabe von Tests dominiert ist, setzt er Tests bei der Tanka-Aufgabe sparsam ein und bei der Haarklammer-Aufgabe nur abschließend. Anders als bei Naomi und Jakob lässt sich hier kein weiteres Handlungsmuster identifizieren.

Horizontal ausgerichtete, kurzkettige Handlungsstrukturpläne

Bei Falco und Rieke liegen stark horizontale Ausrichtungen der Strukturpläne vor.

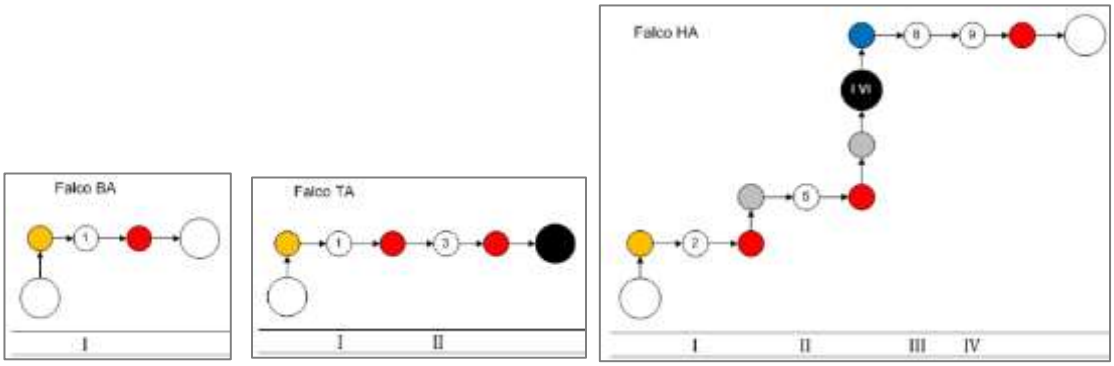


Abbildung 66: Die Handlungsstrukturpläne von Falco

Falco nutzt, ähnlich wie Jakob, hauptsächlich Explorationen und Tests. Auch hier erfolgt die Orientierung am Vorbild auf eine Intervention des Versuchsleiters. Beide sind mit zwei gelungenen Reparaturen erfolgreich in ihrer Vorgehensweise, Falco kommt aber überwiegend auf direktem Weg zum Ziel. Dies führt bei der zweiten Aufgabe zum Misserfolg: Er fädelt nur eine Kordel ein und bemerkt die fehlende Funktion nicht, weil er den Tanka nicht ernsthaft testet. Bei der Haarklammer-Aufgabe zeigt er ein vergleichbares Muster: Er gibt sich mit der fehlenden Spannung der Klammer zunächst zufrieden, weil er sie nicht zweckmäßig testet. Er bestätigt auf Nachfrage, er sei fertig, und erst, als ihm der Versuchsleiter die intakte

Klammer gibt, erkennt er, dass die Feder falsch eingebaut ist. Falco könnte die Effektivität seiner Handlungen verbessern, wenn er sein strategisches Repertoire erweitert und optimierende Maßnahmen einsetzt.

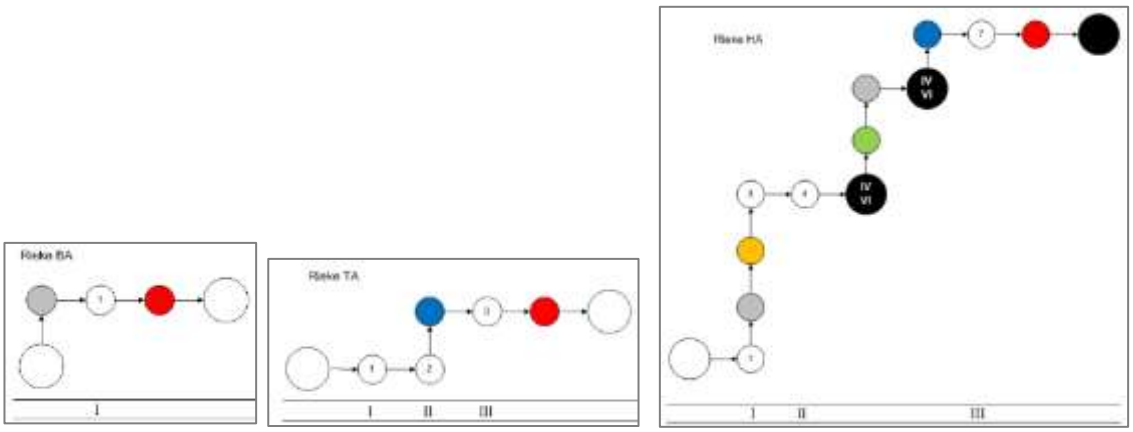


Abbildung 67: Die Handlungsstrukturpläne von Rieke

Rieke setzt eine breitere Maßnahmenvielfalt ein als Falco. Trotz der kurzkettigen Handlungen legt sie mehrmals Reflexionsphasen ein. Da sie bei den einfachen Aufgaben erfolgreich ist, kann ihre Vorgehensweise als effektiv angesehen werden. Allerdings zeigt die Haarklammer-Aufgabe, dass ihre Geschwindigkeit mit geringerer Genauigkeit einhergeht. Hier fehlt ihr die „Hartnäckigkeit", um das Problem bewältigen zu können. Ihre Lösungsstrategien sind vor der ersten Intervention das Abzwicken der Federenden, nach der zweiten das Suchen eines „Endstückchens", also eines Bauteils zum Sichern des Bolzens vor dem Herausfallen.

<u>Stark rekursive Verläufe</u>

Die Strukturpläne von Jens, Lilli, Naomi und Piet sind deutlich stärker rekursiv ausgerichtet als die der anderen Kinder. Die vier tendieren auffallend dazu, nach einem Test, der negativ ausfällt, nicht direkt nach neuen Strategien zu suchen, sondern einen bereits durchlaufenen Schritt zu wiederholen.

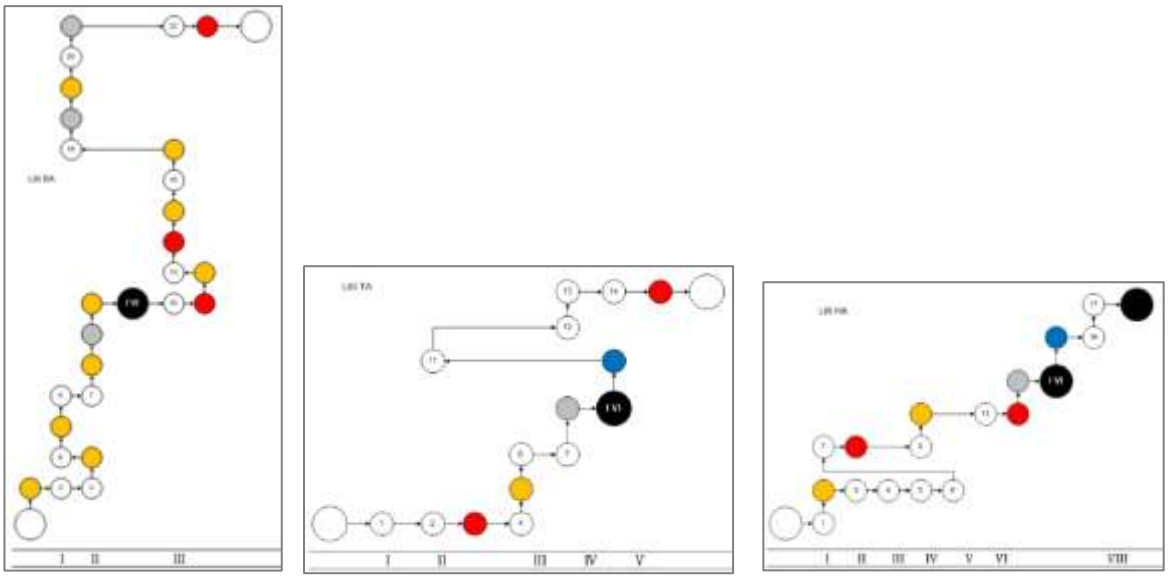


Abbildung 68: Die Handlungsstrukturpläne von Lilli

Bei Lilli fällt darüber hinaus auf, dass sie häufig mehrere Strategien rückwärts „überspringt“ und nicht einfach den letzten Schritt wiederholt. Mögliche Gründe wurden oben bereits diskutiert, Lilli ist das Mädchen mit der Sehbeeinträchtigung. Sie versucht, Probleme weniger durch inneres Probehandeln zu lösen als durch äußeres und trifft Entscheidungen bevorzugt nach dem Ausprobieren mehrerer Varianten.

Eingeschränktes Repertoire an erfolgsichernden Maßnahmen

Bei den Strukturplänen einiger Kinder fällt eine Dominanz der Farben Weiß, Gelb und Rot auf. Claudia (1/0/0)[113] setzt nur diese Maßnahmen ein (Vorwärtsstrategie, Untersuchen des Gegenstands, Test), Dominik (1/1/1), Falco (1/0/1), Jakob (1/1/0) und Jessica (1/1/1) nutzen das Vorbild ein einziges Mal, als es der Versuchsleiter hingelegt hatte, Susanna (1/0/0) nutzt das Vorbild einmal nach der Intervention und später noch einmal, und Marion (1/0/0) nutzt es zweimal ohne Intervention. Besonders bei Claudia, Susanna und Marion muss die fehlende Varianz an Maßnahmen als strategische Schwäche gedeutet werden, da sie nur bei einer Aufgabe erfolgreich sind und trotzdem ihre Vorgehensweise nicht erweitern. Ihnen könnte mit einfachen Fördermaßnahmen geholfen werden.

[113] Die Zahlen beziehen sich auf den Erfolg der Reparaturen in der Reihenfolge Ballspiel, Tanka und Haarklammer: 1 steht für erfolgreich, 0 für erfolglos.

Aufgabenbezogene Charakteristika der Handlungen

Bei einer Betrachtung aller Strukturpläne einer Aufgabenstellung kann die Merkmalsverteilung erfasst und beschrieben werden. Hier bieten die Farbkodierung und die Richtung der Handlungsverläufe die Möglichkeit, die Handlungen zu vergleichen.

Vorherrschen bestimmter Strategien

Bei den Strukturplänen der Ballspiel-Aufgabe dominieren die Farben Weiß, Gelb und Rot. Das muss so gelesen werden, dass neben Vorwärtsstrategien überwiegend auf eine genaue Betrachtung des Gegenstands und auf Tests zurückgegriffen wird. Externe Quellen werden in sieben der 20 Handlungen genutzt, zwei davon nach einem Impuls des Versuchsleiters.

Bei der Tanka-Aufgabe fällt das geringe Vorkommen der Farbe Gelb auf. Hier kommen neun Kinder ohne eine genauere, isolierte Betrachtung des Gegenstands aus und immerhin noch fünf tun das lediglich einmal. Im direkten Vergleich der beiden Aufgabenstellungen wird das deutlich:

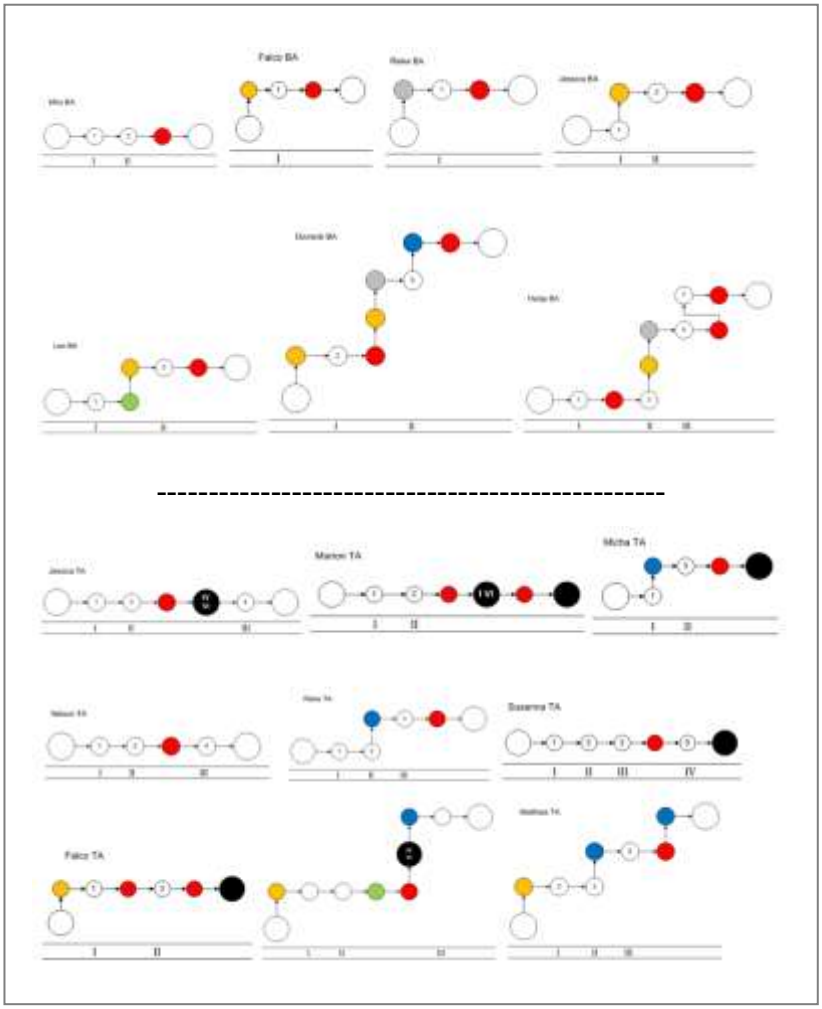


Abbildung 69: Vergleich einiger Strukturpläne der Aufgaben Ballspiel (oben) und Tanka (unten)

Abgebildet sind jeweils kurzkettige Handlungen der beiden Aufgaben. Offensichtlich überblicken die Kinder die Bauteile und ihre Anordnung beim Tanka ohne Mühe. Dass seine klare Gestalt mit anderen Problemen in der Handlung einhergeht, zeigt die Häufung an Misserfolgen. Klar zu erkennen ist auch, dass bei der Reparatur des Tanka gegen Ende regelmäßig Interventionen vorkommen. Sie beziehen sich auf das Verknoten der Kordeln: Ein Teil der Kinder verknotete sie von sich aus, eine zweite Gruppe tat dies auch nicht nach dem Impuls zur Überprüfung und die Kinder der dritten Gruppe dachten darüber nach, wie sie den Tanka vor dem Herausrutschen sichern könnten, kamen aber zu keinem Ergebnis. Die Häufigkeit und Platzierung der Interventionen deutet also auf ein bestimmtes, in der Aufgabe enthaltenes Entscheidungsproblem hin, das ein erheblicher Teil der Kinder aus eigener Kraft heraus nicht lösen konnte.

Die Pläne der Haarklammer-Aufgabe unterscheiden sich deutlich von denen der Ballspiel- und der Tanka-Aufgabe, wie die folgende Übersicht über die acht kurzkettigsten Strukturpläne zeigt:

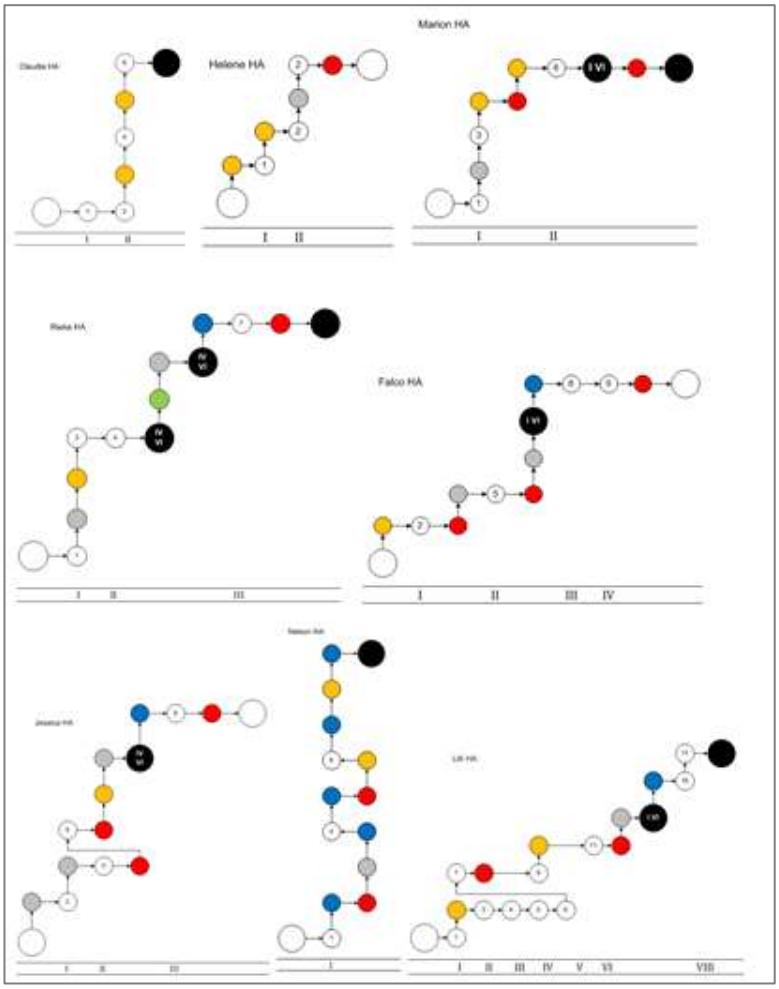


Abbildung 70: Beispiele für kurzkettige Strukturpläne der Haarklammer-Aufgabe

Es fällt die Farbenvielfalt auf. Sie weist darauf hin, dass alle erfassten Merkmale eingesetzt wurden. Auffallend häufiger treten die Suche nach Hilfe an externen Quellen (blau) und Reflexionsphasen (grau) auf.

Vorherrschen bestimmter Handlungsabläufe

Ein vergleichender, aufgabenbezogener Überblick der Handlungsstrukturpläne (s. Materialband Kapitel 3.2) zeigt recht eindeutige Zusammenhänge zwischen der geometrischen Ausrichtung der Pläne und den Handlungen. Folgende Zusammenhänge lassen sich formulieren:

- *Ausrichtung der Handlungen unter grobem Auflösungsgrad:* Die Pläne der Ballspiel- und der Tanka-Aufgabe verlaufen überwiegend mit geringer Steigung, die Pläne der Haarklammer-Aufgabe dagegen mit Steigungen von m>1. Beachtet werden muss, dass es bei den Ballspiel- und Tanka-Aufgaben auch deutliche, individuelle Abweichungen gibt.
- *Art der Zielannährung:* Ordnet man die Aufgabenstellungen nach dem Ausmaß an Rekursionen im Handlungsverlauf, so führt die Tanka-Aufgabe zu den geradlinigsten Verläufen und die Haarklammer-Aufgabe zu den meisten Handlungsschleifen.
- *Kettenlänge:* Die Aufgaben führen zu typischen Längen der Handlungsketten. Die Ballspiel- und die Tanka-Aufgabe weisen vergleichbare Längen auf, die Strukturpläne der Haarklammer-Aufgabe sind deutlich langkettiger.

Dies wird bei der Beantwortung der Fragestellungen zur Forschungsstrategie zu berücksichtigen sein.

6.6.3 Übersicht über Häufigkeit und Verteilung der Strategien

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die von den Probanden eingesetzten Strategien (Summe aller drei Aufgaben):

	Name	Ballspiel	Tanka	Haar-klammer	Info-suche am Objekt	Test	Reflexion	Teil-schritte	Info-suche extern	Werk-zeug-nutzung	Summe	Erfolg
1	Leo	1	1	1	1	7	2	18	2	4	34	1,00
2	Micha	1	0	0	7	13	3	25	1	0	49	0,33
3	Dominik	1	0	0	11	5	9	16	1	0	42	0,33
4	Jakob	1	1	0	10	11	15	24	0	0	60	0,67
5	Matthias	1	1	1	5	7	2	13	8	0	35	1,00
6	Nelson	1	1	0	3	6	2	10	6	0	27	0,67
7	Miro	1	1	0	3	8	3	24	8	6	52	0,67
8	Piet	1	1	0	7	10	2	29	3	1	52	0,67
9	Jens	1	1	1	13	10	6	28	3	3	63	1,00
10	Helene	1	1	0	8	7	2	17	0	2	36	0,67
11	Hanja	1	1	0	8	7	3	16	3	5	42	0,67
12	Marion	1	1	1	4	8	1	12	1	0	26	1,00
13	Naomi	1	1	1	14	17	14	36	11	9	101	1,00
14	Claudia	1	0	0	7	5	4	11	0	0	27	0,33
15	Lilli	1	1	0	12	7	5	30	2	0	56	0,67
16	Sabrina	1	1	1	4	10	4	19	5	0	42	1,00
17	Falko	1	0	0	3	6	2	7	1	0	19	0,33
18	Jessica	1	1	0	2	5	3	9	1	0	20	0,67
19	Rieke	1	1	0	1	3	3	8	2	1	18	0,67
20	Susanna	1	0	0	9	5	2	19	2	0	37	0,33
					132	157	87	371	60	31	838	

Tabelle 15: Vergleich der Merkmalsverteilung

<u>Die Länge der Handlungsketten</u>

Ein Proband fällt mit insgesamt 101 strategischen Teilschritten deutlich auf. In Zehnerschritten erfasst benötigten…

10 bis 19 Schritte: zwei Probanden

20 bis 29 Schritte: vier Probanden

30 bis 39 Schritte: vier Probanden

40 bis 49 Schritte: vier Probanden

50 bis 59 Schritte: drei Probanden

60 bis 69 Schritte: zwei Probanden

über 100 Schritte: ein Proband.

Insgesamt ist das eine gleichmäßige Streuung, bei der lediglich die extremen Bereiche mit unter zwanzig und über sechzig Schritten (im Durchschnitt pro Aufgabe: unter sieben bzw. über 20 Schritte) als auffällig angesehen werden können. Ein Vergleich mit dem Handlungs-

erfolg zeigt, dass die drei Probanden mit kurzen Handlungsketten zwei bzw. eine Aufgaben lösen konnten, die Probanden mit langen Handlungsketten (>50) dagegen erfolgreicher arbeiten (vier konnten zwei Aufgaben lösen, zwei sogar alle drei).

Verteilung der Strategien

Bei der Auswertung der Merkmalsverteilungen ergibt sich folgendes Bild:

Mit großem Abstand am häufigsten werden Tests (157 Zähler) und die Informationssuche direkt am Gegenstand (132 Zähler) genutzt. Es folgen die Reflexionsphasen (87 Zähler) und die Informationssuche an externen Quellen (60 Zähler). Mit Abstand am seltensten werden Werkzeuge eingesetzt (31 Zähler). Wenn berücksichtigt wird, dass sich ein Werkzeugeinsatz nur bei zwei der drei Aufgaben anbietet, dann liegt seine Häufigkeit in etwa bei der der Nutzung externer Hilfen.

Wird nach auffälligen Ausprägungen ausgewertet, zeigt sich folgendes Bild (ohne den „Ausreißer“ mit 101 Teilschritten):

- Sechs Probanden betrachten den Gegenstand nur dreimal genauer, im Schnitt einmal pro Handlung.
- Nur ein Proband setzt Tests sehr selten ein (drei Zähler).
- Reine Reflexionsphasen können nur in geringem Umfang beobachtet werden. Zwei Probanden setzen sie vierzehn- bzw. fünfzehnmal ein, die anderen deutlich unter zehnmal.
- Drei Probanden suchen kein einziges Mal Hilfe außerhalb ihres unmittelbaren Handlungsfeldes, fünf weitere tun dies nur einmal.
- Zwölf Probanden (60%) nutzen kein einziges Mal Werkzeug.

6.6.4 Tragfähigkeit der präaktionalen Planung

Bei der Diskussion der Modellvorstellungen der Handlungsforschung wurde bereits auf den grundlegenden Dissens hingewiesen, der dort bezüglich der Frage vorherrscht, in welcher Art und Weise Handlungsplanungen vollzogen werden. Dabei wurden Argumente angeführt, die gegen die Möglichkeit sprechen, dass in einer neuartigen Problemlage schon vor der Ausführung der Handlung ein Plan erstellt werden kann, der anschließend abgearbeitet wird. Ein tragfähiger Plan müsste nach den oben dargestellten Modellen zu folgenden Aspekten Angaben enthalten:

- Angaben zur Sachstruktur des Gegenstands: teleologische und deskriptive Funktionsbeschreibung
- Angaben zur Gestalt des funktionstüchtigen Gegenstands: Beschreibung der Gesamtgestalt oder von Baugruppen
- Angaben zum Reparaturvorgang (Handlungswissen): konkrete Angaben zu notwendigen Operatoren
- Bestimmung eines Ansatzpunktes für die Handlung: Benennen eines Teilproblems, mit dem die Lösung begonnen werden soll.

In der vergleichenden Auswertung erwiesen sich diese vier Kriterien als schwer abgrenzbar. So werden bei einer Beschreibung der Sachstruktur immer auch Aussagen zur Gestalt von Baugruppen oder des Gegenstands gemacht. Fraglich ist auch, welche Angaben zum Reparaturprozess als konkret genug gedeutet werden sollen, um dem dritten Kriterium zugeordnet werden zu können. Außerdem äußerten die Kinder Pläne, die in sich schlüssig sind, aber faktisch auf falschen Annahmen beruhen oder zu keinem Ergebnis führen können. In diesen Fällen enthält der Plan Angaben zum Reparaturvorgang, aber eben falsche. Besonders beim Benennen einer Reihenfolge der Bearbeitungsschritte konnten beliebige, geratene Vermutungen nicht von ernsthaft intendierten unterschieden werden. Als schwierig erwies sich auch die Zuordnung, ob die Kinder tatsächlich am geäußerten Ansatzpunkt beginnen. Sabrina beispielsweise äußerte bei der *Haarklammer-Aufgabe* die Absicht, mit dem Federmechanismus beginnen zu wollen. Sie sicherte dann aber zunächst die beiden Klammerhälften mit dem Bolzen. Trotzdem verfolgte sie damit ihr im Plan geäußertes Vorhaben, dem Federmechanismus auf die Spur zu kommen. Dies lässt sich aber erst durch eine genaue Analyse der Handlung verstehen (vgl. dazu Binder 2013c). Da keine Lösung für diese Abgrenzungsprobleme gefunden werden konnten, wurde hier entschieden, Angaben zur Reihenfolge der Vorgehensweise nicht zu berücksichtigen. In die Kategorie „Handlungswissen“ wurden nur Äußerungen einbezogen, die konkrete Teilschritte bzw. Maßnahmen benennen. Aus diesem Grund kann die folgende Tabelle auch nur eine allgemeine Tendenz aufzeigen.

	Gestalt			Struktur-/ Funktionswissen			Handlungswissen			Ansatz für Lösung		
	Ball	Tanka	Haar	Ball	Tanka	Haar	Ball	Tanka	Haar	Ball	Tanka	Haar
Claudia												
Daniel												
Dominik												
Falco	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Hanja												
Helene												
Jakob												
Jens												
Jessica												
Leo												
Lilli												
Marion												
Matthias												
Micha	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Miro												
Nelson												
Naomi												
Piet												
Rieke												
Sabrina												
Susanna												

nicht oder unklar | teilweise | vollständig bzw. präzise | kein Plan formuliert ---

Tabelle 16: Merkmale der präaktionalen Handlungspläne

Für die Auswertung wurde eine vierstufige Skalierung gewählt: *Plan nicht oder unklar benannt - teilweise benannt - vollständig bzw. präzise benannt - kein Plan formuliert*. Die grafische Umsetzung wurde so gewählt, dass mit zunehmender Dunkelheit eine zunehmend positive Ausprägung abgelesen werden kann. Es zeigen sich folgende Trends:

Nahezu alle Pläne enthalten Angaben zum *Ansatzpunkt* der Handlung. Wie am Beispiel Sabrinas schon deutlich wurde, kann das ein Handlungsschritt sein, der als zentrales Problem identifiziert wird. Es gibt aber auch Fälle, in denen der Plan an einem Detail ansetzt, das dem Kind klar ist, das es meint, bewältigen zu können – also gerade nicht an einem Problem.

Häufig äußern die Kinder Vermutungen über die *Sachstruktur des Gegenstands.* Damit setzen sie an den Bedingungen der Handlung an. Verknüpft man diesen Sachverhalt mit der Beobachtung, dass nur ganz selten im Plan Aussagen zu handwerklich schwierigen Vorgängen oder zu anderen *den Handlungsprozess betreffenden Teilschritten* gemacht werden, so ist hier eine Dominanz des Blicks auf den Gegenstand und ein Aussparen des Prozesses zu erkennen. Handlungswissen, etwa wie beim Ballspiel die Einbaurichtung der Blattfeder be-

stimmt werden kann, dass es die Arbeit erleichtern würde, wenn der Korb demontiert wird, in welcher Richtung beim Tanka die Kordeln eingefädelt werden müssen und wie man die gespleißten Enden durch die enge Bohrung bekommt oder wie sich die Feder unter Spannung gegen die Haarklammer drücken lässt – solche Angaben sind nur in ganz wenigen Plänen zu finden. Gerade die Handlungselemente, die den Kindern die größten Schwierigkeiten bereiteten, sind damit in den Plänen nicht enthalten.

Die Gründe dafür können vielfältig sein: Es könnte sein, dass den Kindern die Problemhaltigkeit der prozeduralen Faktoren nicht bewusst ist. Oder aber sie vermuten, dass ein Verständnis der Sachstruktur der wichtigste Schlüssel zur Lösung des Problems ist, dass die Aufgabe also bewältigt werden kann, wenn der Wirkzusammenhang geklärt ist. Drittens könnte sich hier die fehlende Erfahrung der Kinder mit den Aufgabenstellungen wiederspiegeln: Sie steigen sicher in den meisten Fällen „auf gut Glück“ in die Situation ein und vertrauen darauf, dass sich im Verlauf der Handlung zeigen wird, welche Teilprobleme auftreten und wie sie bewältigt werden können. Hier wird davon ausgegangen, dass die Frage, ob in einem Plan sachstrukturelle oder prozedurale Anteile überwiegen, von drei Faktoren abhängt: Welches Wissen und welche Erfahrung bringt die Person in die neue Problemlage mit? Ist die Person von ihrer persönlichen Disposition her eher eine analytische Problemlöserin oder eine heuristisch vorgehende? Welche offensichtlichen Informationsquellen stehen zu Beginn der Handlung zur Verfügung? Der dritte Faktor dürfte in der Situation der Reparaturaufgaben eine große Rolle spielen: Die Bauteile liegen vor den Kindern, sie sind das faktisch Gegebene, das, woran sie sich halten können. Die Gestaltung der Gegenstände bietet sachstrukturelle Zusammenhänge an, z. B. kann an der Form der Haarklammerhälften erkannt werden, wie sie zusammengesetzt werden, die Aufnahmen für den Bolzen legen nahe, dass ein runder Gegenstand mit einem bestimmten Durchmesser eingeführt wird; die federnde Funktion des Tankas, die die Kinder kannten, legt nahe, dass die Feder in das Gehäuse eingesetzt werden muss, der Deckel und das Gehäuse des Tankas sind so geformt, dass der Deckel aufgesetzt und eingedrückt werden kann; die Aufnahmen für die Blattfeder das Ballspiels bilden die Gegenform der Feder usw. Der Prozess dagegen ist zu Beginn unsichtbar, er entfaltet sich erst in der Verwirklichung.

Der Versuchsleiter fragte die Kinder nach jeder Reparatur, ob sie die schon einmal ausgeführt hätten und wenn nein, wieso sie das dann bewältigt hätten. Die häufigste Antwort lautete in etwa so: „Ich habe mir alles genau angeschaut und dann gesehen, wie die Teile zusammengehören.“ Demnach wäre die Sachstruktur für die Kinder auch *nach* der Handlung noch

der Kristallisationspunkt der Problemlösung und nicht die strategische Ausrichtung der Handlung.

Außerdem zeigt die Übersicht, dass die Kinder häufig Angaben zum *Zielzustand* machen. Dabei konzentrieren sie sich auf die Gestalt des Gegenstands oder zentraler Baugruppen, selten auf die Funktion.

6.6.5 Auswertung der Daten zur technischen Sozialisation

Der Fragekomplex II beschäftigt sich mit Zusammenhängen zwischen der technischen Sozialisation und der Handlungsperformanz der Kinder. Die Daten ergeben folgendes Bild.

Technikprägung durch das familiäre Umfeld

Das familiäre Lebensumfeld der Probanden wurde in drei Stufen der Intensität der Ausrichtung auf Technik eingeteilt (s. Kapitel 6.5.2). Die folgende Tabelle zeigt die Ordnung der Daten nach diesem Gesichtspunkt.

	Name	Geschlecht	Alter	fam. Technik-bezug	pers. Technik-stil	Ballspiel	Tanka	Haarklammer	Infosuche am Objekt	Test	Reflexion	Teilschritte	Infosuche extern	Werkzeug	Summe	Erfolg
1	Helene	w	9	mittel	aktiv-gestaltend	1	1	0	8	7	2	17	0	2	36	0,67
2	Jessica	w	10	mittel	aktiv-gestaltend	1	1	0	2	5	3	9	1	0	20	0,67
3	Rieke	w	10	mittel	aktiv-gestaltend	1	1	0	1	3	3	8	2	1	18	0,67
4	Dominik	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	0	0	11	5	9	16	1	0	42	0,33
5	Jakob	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	0	10	11	15	24	0	0	60	0,67
6	Matthias	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	1	5	7	2	13	8	0	35	1,00
7	Nelson	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	0	3	6	2	10	6	0	27	0,67
8	Miro	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	0	3	8	3	24	8	6	52	0,67
9	Piet	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	0	7	10	2	29	3	1	52	0,67
10	Naomi	w	9	mittel	passiv-konsumtiv	1	1	1	14	17	14	36	11	9	101	1,00
11	Jens	m	9	schwach	aktiv-konsumtiv	1	1	1	13	10	6	28	3	3	63	1,00
12	Claudia	w	9	schwach	passiv-konsumtiv	1	0	0	7	5	4	11	0	0	27	0,33
13	Lilli	w	9	schwach	passiv-konsumtiv	1	1	0	12	7	5	30	2	0	56	0,67
14	Sabrina	w	9	schwach	passiv-konsumtiv	1	1	1	4	10	4	19	5	0	42	1,00
15	Susanna	w	10	schwach	passiv-konsumtiv	1	0	0	9	5	2	19	2	0	37	0,33
16	Leo	m	9	stark	aktiv-gestaltend	1	1	1	1	7	2	18	2	4	34	1,00
17	Micha	m	9	stark	aktiv-gestaltend	1	0	0	7	13	3	25	1	0	49	0,33
18	Hanja	w	9	stark	aktiv-gestaltend	1	1	0	8	7	3	16	3	5	42	0,67
19	Marion	w	9	stark	aktiv-gestaltend	1	1	1	4	8	1	12	1	0	26	1,00
20	Falko	m	10	stark	aktiv-gestaltend	1	0	0	3	6	2	7	1	0	19	0,33
					Mittelwerte →	1	0,75	0,3	132	157	87	371	60	31	838	

Tabelle 17: Technikbezug des familiären Umfeldes

Fünf Probanden stammen aus einem familiären Umfeld mit starker Technikprägung, zehn aus einem mit mittelstarker Prägung und fünf Probanden aus einem schwach technikgeprägten familiären Umfeld.

In der Stichprobe ist eine leichte Häufung weiblicher Probanden aus Familien mit schwachem Technikbezug zu erkennen und eine entsprechend geringe Häufung männlicher Probanden in den übrigen Umfeldprägungen.

Ein Abgleich zwischen Technikprägung des Umfeldes und dem Handlungserfolg zeigt, dass zwei Probanden aus techniknahem Umfeld (40%, Angaben jeweils aus der Bezugsgruppe) alle drei Aufgaben erfolgreich bewältigen konnten, zwei Probanden aus Familien mit mittlerem Technikbezug (20%) konnten das und zwei Probanden, die aus einem Umfeld mit schwacher Technikprägung (20%) stammen. Von den Probanden, die lediglich eine Aufgabe erfolgreich erledigten, leben zwei in einer Familie mit starkem (40%), ein Proband in einer mit mittlerem (10%) und zwei in einer mit schwachem Technikbezug (40% der Bezugsgruppe).

Technikstil der Probanden

Die folgende Tabelle zeigt den Technikzugang der Probanden selbst.

	Name	Geschlecht	Alter	fam. Technik-bezug	pers. Technik-stil	Ballspiel	Tanka	Haarklammer	Infosuche am Objekt	Test	Reflexion	Teilschritte	Infosuche extern	Werkzeug	Summe	Erfolg
1	Helene	w	9	mittel	aktiv-gestaltend	1	1	0	8	7	2	17	0	2	36	0,67
2	Jessica	w	10	mittel	aktiv-gestaltend	1	1	0	2	5	3	9	1	0	20	0,67
3	Rieke	w	10	mittel	aktiv-gestaltend	1	1	0	1	3	3	8	2	1	18	0,67
4	Leo	m	9	stark	aktiv-gestaltend	1	1	1	1	7	2	18	2	4	34	1,00
5	Micha	m	9	stark	aktiv-gestaltend	1	0	0	7	13	3	25	1	0	49	0,33
6	Hanja	w	9	stark	aktiv-gestaltend	1	1	0	8	7	3	16	3	5	42	0,67
7	Marion	w	9	stark	aktiv-gestaltend	1	1	1	4	8	1	12	1	0	26	1,00
8	Falko	m	10	stark	aktiv-gestaltend	1	0	0	3	6	2	7	1	0	19	0,33
9	Dominik	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	0	0	11	5	9	16	1	0	42	0,33
10	Jakob	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	0	10	11	15	24	0	0	60	0,67
11	Matthias	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	1	5	7	2	13	8	0	35	1,00
12	Nelson	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	0	3	6	2	10	6	0	27	0,67
13	Miro	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	0	3	8	3	24	8	6	52	0,67
14	Piet	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	0	7	10	2	29	3	1	52	0,67
15	Jens	m	9	schwach	aktiv-konsumtiv	1	1	1	13	10	6	28	3	3	63	1,00
16	Naomi	w	9	mittel	passiv-konsumtiv	1	1	1	14	17	14	36	11	9	101	1,00
17	Claudia	w	9	schwach	passiv-konsumtiv	1	0	0	7	5	4	11	0	0	27	0,33
18	Lilli	w	9	schwach	passiv-konsumtiv	1	1	0	12	7	5	30	2	0	56	0,67
19	Sabrina	w	9	schwach	passiv-konsumtiv	1	1	1	4	10	4	19	5	0	42	1,00
20	Susanna	w	10	schwach	passiv-konsumtiv	1	0	0	9	5	2	19	2	0	37	0,33
					Mittelwerte →	1	0,75	0,3	132	157	87	371	60	31	838	

Tabelle 18: Technikzugang der Probanden

Acht Probanden gehen überwiegend aktiv-gestaltend mit Technik um, sieben nutzen Technik aktiv-konsumtiv, fünf Probanden verwenden sie überwiegend passiv-konsumtiv.

Ein Vergleich mit den anderen Merkmalen ergibt folgendes Bild.

- *Zusammenhänge mit dem Geschlecht:* Beim aktiv-gestaltenden Umgang mit Technik gibt es einen kleinen Überhang an Mädchen (5w/3m), die aktiv-konsumtiven Technikzugänge beschränken sich dagegen ganz auf die Jungen und die passiv-konsumtive Haltung ganz auf die Mädchen.
- *Zusammenhänge mit dem Technikbezug des familiären Umfelds:* Bis auf zwei Ausnahmen leben diejenigen Probanden, die einen aktiv-gestaltenden oder aktiv-nutzenden Umgang mit Technik haben, auch in einem techniknahen oder –affinen familiären Umfeld.
- *Zusammenhänge mit dem Handlungserfolg:* In der Gruppe des aktiv-gestaltenden Technikzugangs bewältigen zwei Probanden alle drei Aufgaben (38%), zwei bewältigen zwei Aufgaben (38%) und zwei lediglich eine (24%). In der Gruppe mit aktiv-konsumtivem Technikstil lösen zwei Probanden alle Aufgaben (29%), vier Probanden zwei der Aufgaben (57%) und ein Proband lediglich eine Aufgabe (14%). Zwei Probanden, die passiv-konsumtiv mit Technik umgehen, lösen alle Aufgaben (40%), einer immerhin noch zwei Aufgaben (20%) und zwei erledigen nur eine der Aufgaben erfolgreich (40%).
- *Häufigkeit und Verteilung von Strategien:* Hier zeigt ein Vergleich der aktiv-gestaltenden mit der passiv-konsumtiven Gruppe erkennbare Unterschiede.
    - Informationssuche am Objekt: Bei der Exploration des bearbeiteten Gegenstands fällt bei der aktiv-gestaltenden Gruppe auf, dass alle Werte im einstelligen Bereich liegen und fünf von acht Probanden weniger als fünf Mal diese Strategie wählen. In der Gruppe des passiv-konsumtiven Technikstils untersuchen dagegen zwei von fünf Probanden mehr als zehn Mal den Gegenstand und weitere zwei mehr als fünf Mal. Bis auf den statistischen „Ausreißer“ sind die Längen der Handlungsketten der beiden Gruppen vergleichbar, sodass die größere Häufigkeit der Exploration am Gegenstand sich nicht auf die Anzahl der Teilschritte zurückführen lässt.
    - Reflexionsphasen: Hier ist eine geringe Tendenz zu erkennen, dass Probanden mit passiv-konsumtivem Technikstil häufiger Reflexionsphasen einlegen.
    - Werkzeugnutzung: Bei der Häufigkeit der Werkzeugnutzung zeigt sich ein deutlicher Unterschied. In der Gruppe der passiv-konsumtiven Probanden nutzt, außer dem Ausreißer, kein einziger Proband Werkzeug, in der aktiv-gestaltenden Gruppe dagegen vier von acht Probanden.

Geschlechtsspezifische Ausprägungen

Ein Vergleich zwischen Handlungserfolg und Geschlecht zeigt folgende Ergebnisse:

	Name	Geschlecht	Alter	fam. Technik-bezug	pers. Technik-stil	Ballspiel	Tanka	Haarklammer	Infosuche am Objekt	Test	Reflexion	Teilschritte	Infosuche extern	Werkzeug	Summe	Erfolg
1	Leo	m	9	stark	aktiv-gestaltend	1	1	1	1	7	2	18	2	4	34	1,00
2	Micha	m	9	stark	aktiv-gestaltend	1	0	0	7	13	3	25	1	0	49	0,33
3	Falko	m	10	stark	aktiv-gestaltend	1	0	0	3	6	2	7	1	0	19	0,33
4	Dominik	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	0	0	11	5	9	16	1	0	42	0,33
5	Jakob	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	0	10	11	15	24	0	0	60	0,67
6	Matthias	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	1	5	7	2	13	8	0	35	1,00
7	Nelson	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	0	3	6	2	10	6	0	27	0,67
8	Miro	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	0	3	8	3	24	8	6	52	0,67
9	Piet	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	0	7	10	2	29	3	1	52	0,67
10	Jens	m	9	schwach	aktiv-konsumtiv	1	1	1	13	10	6	28	3	3	63	1,00
11	Helene	w	9	mittel	aktiv-gestaltend	1	1	0	8	7	2	17	0	2	36	0,67
12	Jessica	w	10	mittel	aktiv-gestaltend	1	1	0	2	5	3	9	1	0	20	0,67
13	Rieke	w	10	mittel	aktiv-gestaltend	1	1	0	1	3	3	8	2	1	18	0,67
14	Hanja	w	9	stark	aktiv-gestaltend	1	1	0	8	7	3	16	3	5	42	0,67
15	Marion	w	9	stark	aktiv-gestaltend	1	1	1	4	8	1	12	1	0	26	1,00
16	Naomi	w	9	mittel	passiv-konsumtiv	1	1	1	14	17	14	36	11	9	101	1,00
17	Claudia	w	9	schwach	passiv-konsumtiv	1	0	0	7	5	4	11	0	0	27	0,33
18	Lilli	w	9	schwach	passiv-konsumtiv	1	1	0	12	7	5	30	2	0	56	0,67
19	Sabrina	w	9	schwach	passiv-konsumtiv	1	1	1	4	10	4	19	5	0	42	1,00
20	Susanna	w	10	schwach	passiv-konsumtiv	1	0	0	9	5	2	19	2	0	37	0,33
					Mittelwerte →	1	0,75	0,3	132	157	87	371	60	31	838	

Tabelle 19: Geschlechterverteilung der Stichprobe

Drei Mädchen und drei Jungen bewältigen alle drei Aufgaben, fünf Mädchen und vier Jungen sind bei zwei Aufgaben erfolgreich. Nur eine Aufgabe bewältigen zwei Probandinnen und drei Probanden. Die Erfolgsquote der Geschlechter ist nahezu identisch, der Mittelwert liegt bei den Mädchen mit 0,70 etwas höher als bei den Jungen mit 0,67.

Unterschiede zeigen sich in zwei Bereichen, jedoch in schwacher Ausprägung: Die Mädchen setzen etwas weniger *Tests* ein (74 Zähler) als die Jungen (83 Zähler). Während vier Jungen mehr als zehn Tests einbauen, tun das nur zwei Mädchen. Und zweitens nutzen Mädchen, mit einer Ausnahme, seltener *Hilfe an externen Quellen* als die Jungen.

Der Einfluss des Alters

Obwohl dies nicht zu den Fragestellungen der Studie gehört, wird überprüft, ob das Alter der Probanden Einfluss auf die Handlungsperformanz hat. Das Alter der Kinder wurde nur nach ganzen Lebensjahren erfasst und nicht nach Monaten. Dies wäre erforderlich, um belastbare Aussagen treffen zu können. Hier ergibt sich folgendes Bild:

	Name	Geschlecht	Alter	fam. Technik-bezug	pers. Technik-stil	Ballspiel	Tanka	Haarklammer	Infosuche am Objekt	Test	Reflexion	Teilschritte	Infosuche extern	Werkzeug	Summe	Erfolg
1	Leo	m	9	stark	aktiv-gestaltend	1	1	1	1	7	2	18	2	4	34	1,00
2	Micha	m	9	stark	aktiv-gestaltend	1	0	0	7	13	3	25	1	0	49	0,33
3	Dominik	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	0	0	11	5	9	16	1	0	42	0,33
4	Jakob	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	0	10	11	15	24	0	0	60	0,67
5	Matthias	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	1	5	7	2	13	8	0	35	1,00
6	Nelson	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	0	3	6	2	10	6	0	27	0,67
7	Miro	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	0	3	8	3	24	8	6	52	0,67
8	Piet	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	0	7	10	2	29	3	1	52	0,67
9	Jens	m	9	schwach	aktiv-konsumtiv	1	1	1	13	10	6	28	3	3	63	1,00
10	Helene	w	9	mittel	aktiv-gestaltend	1	1	0	8	7	2	17	0	2	36	0,67
11	Hanja	w	9	stark	aktiv-gestaltend	1	1	0	8	7	3	16	3	5	42	0,67
12	Marion	w	9	stark	aktiv-gestaltend	1	1	1	4	8	1	12	1	0	26	1,00
13	Naomi	w	9	mittel	passiv-konsumtiv	1	1	1	14	17	14	36	11	9	101	1,00
14	Claudia	w	9	schwach	passiv-konsumtiv	1	0	0	7	5	4	11	0	0	27	0,33
15	Lilli	w	9	schwach	passiv-konsumtiv	1	1	0	12	7	5	30	2	0	56	0,67
16	Sabrina	w	9	schwach	passiv-konsumtiv	1	1	1	4	10	4	19	5	0	42	1,00
17	Falko	m	10	stark	aktiv-gestaltend	1	0	0	3	6	2	7	1	0	19	0,33
18	Jessica	w	10	mittel	aktiv-gestaltend	1	1	0	2	5	3	9	1	0	20	0,67
19	Rieke	w	10	mittel	aktiv-gestaltend	1	1	0	1	3	3	8	2	1	18	0,67
20	Susanna	w	10	schwach	passiv-konsumtiv	1	0	0	9	5	2	19	2	0	37	0,33
					Mittelwerte →	1	0,75	0,3	132	157	87	371	60	31	838	

Tabelle 20: Handlungsperformanz nach dem Alter der Probanden geordnet

Zwei zehnjährige Probanden beenden zwei Aufgaben erfolgreich, zwei von ihnen dagegen nur eine. Es fällt auf, dass bei allen Variablen bei den Zehnjährigen die oberen Häufigkeiten fehlen. Deutliche Unterschiede zeigen sich bei der Anzahl an *Tests*, die bei den Zehnjährigen einen Mittelwert von knapp 4,8 aufweist, bei den Neunjährigen dagegen einen von 8,6. *Werkzeugnutzung* kommt bei den zehnjährigen Probanden nur einmal vor, sieben Neunjährige nutzen dagegen Werkzeug (insgesamt fünfunddreißigmal) – auch dies ist ein erkennbarer Unterschied.

6.7 Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchung und Beantwortung der Forschungsfragen

Anhand der erhobenen Daten lassen sich die Forschungsfragen des deskriptiv-phänomenologischen Teils wie folgt beantworten.

6.7.1 Fragekomplex I: Strategische Formen der Handlungsregulation beim technischen Handeln von 9- bis 10-Jährigen

Die erste Fragestellung richtet sich darauf, welche Formen der Handlungsregulation beim technischen Handeln von 9- bis 10-Jährigen beobachtet werden können. Es interessieren besonders die Fälle, in denen bei einem Problem der direkte zielgerichtete Weg verlassen wird, um durch das Zwischenschalten anderer Maßnahmen die Erfolgswahrscheinlichkeit zu erhöhen.

Wenn Entscheidungen in technischen Handlungen bevorzugt aufgrund zweckrationalen Kalküls getroffen werden, dann müssten sich in Entscheidungssituationen Auseinandersetzungen mit dem Zweck beobachten lassen. Das beinhaltet bei den gestellten Aufgaben eine Beschäftigung mit den Ist- und Sollzuständen der defekten Gegenstände. Außerdem kann aus Reflexionsphasen geschlossen werden, dass der Handelnde im Rahmen der Aufgabenstellung Überlegungen anstellt. Diese können sich auf den Gegenstand beziehen, beispielsweise auf das ihm zugrundeliegende Wirkprinzip, oder auf motivationale Gesichtspunkte, etwa ob eine Zielerreichung unter den gegebenen Bedingungen realistisch erscheint. Außerdem können sie sich auf die Handlungsorganisation beziehen, etwa auf die Auswahl von Mitteln für den abgestrebten Zweck. Fraglich ist jedoch grundsätzlich, in welchem Ausmaß Kinder solche Handlungselemente einsetzen, ob dabei eine Art von Präferenz zu erkennen ist und ob sich aus dem Handlungskontext erschließen lässt, inwieweit die Unterbrechungen im Rahmen zweckrationaler und optimierender Überlegungen stattfinden.

Frage 1: Welche Formen der Informationsbeschaffung nutzen die Kinder?

Es wurden drei Formen der Informationsbeschaffung untersucht: Das direkte *Betrachten des Gegenstands*, das *Testen* und das Beschaffen von *Informationen mithilfe externer Quellen.*

Strategie 1: Exploration des Gegenstands

- Sowohl die geschilderten Fallbeispiele als auch die Auswertung der Strukturpläne zeigen, dass eine intensive Untersuchung des Objektes zum *Standardrepertoire* der Probanden gehört; sie bildet die am zweithäufigsten eingesetzte Informationsquelle.
- Das intensive Betrachten des Gegenstands und damit ein rezeptiv-reflektierender Zugang ist ein regelmäßig gewählter *Einstieg* in die Handlungen.
- Die Auswertung der Strukturpläne zeigt aber auch, dass das direkte Eintauchen in die Handlung, ohne vorhergehende Exploration des Gegenstands, die am häufigsten gewählte Zugangsvariante ist. Dieser *direkt-handelnde Zugang zu den Sachsystemen* führt nicht zu einer planlosen oder wenig zielstrebigen Auseinandersetzung. Es konnte kein Zusammenhang zwischen Handlungserfolg und gewähltem Einstieg in die Problemlösung festgestellt werden.
- Im Verlauf der handelnden Auseinandersetzung mit den Sachsystemen erarbeiten sich die Probanden Wissen über die Sachstruktur, also über funktionale Zusammenhänge. Die Exploration und die *Bildung kognitiver Strukturen* erfolgt ganz offensichtlich *parallel* zum Hantieren mit dem Gegenstand.

Strategie 2: Erkunden des Erfolgs der Vorgehensweise durch Tests

- Das Testen des Erfolgs von Teilschritten ist die in der Stichprobe *am häufigsten eingesetzte Strategie zur Informationsbeschaffung*.
- Mit ihren Tests sichern die Probanden regelmäßig und über die ganze Handlung verteilt *Zwischenzustände* ab.
- Der *Schlusstest*, der den finalen Erfolg der Handlung sichert, kann in nahezu allen Handlungen dokumentiert werden. Ausnahmen bilden erstens Handlungen, die abgebrochen werden und bei denen der Misserfolg offensichtlich ist, und zweitens Situationen, in denen die Kinder durch vorhergehende Tests überzeugt davon sind, dass sie mit dem letzten Handlungsschritt die Funktion herbeiführen können.
- Die *Testkriterien* beziehen sich häufiger auf einzelne *Wirkmechanismen* als auf die Hauptfunktion des Gegenstands. Selten testen die Probanden ihn unter realistischen Einsatzbedingungen.
- In den meisten Fällen führen die Probanden die Tests *kritisch* durch. In wenigen Fällen konnten Hinweise darauf beobachtet werden, dass Fehlfunktionen gezielt übersehen wurden. Ein Grund könnte in einem *Selbstschutz* vor Misserfolgserfahrungen liegen.

Strategie 3: Informationsbeschaffung an externen Quellen

- Intakte Vorbild-Gegenstände werden dort, wo auf sie zurückgegriffen wird, meistens *intensiv zur Informationsbeschaffung* genutzt.
- Die Nutzung dieser Vorbilder erfolgt selten von Beginn an, sondern meistens erst dann, wenn die Handlung mehrmals *an einem Problem scheitert*.
- In vielen Handlungen öffnen die Probanden ihren Blick auf die Handlungsumgebung nicht aus eigenem Antrieb. Mehrmals waren sie auch durch Impulse nicht dazu zu bewegen, ihren *Suchraum zu erweitern*.
- In den Versuchen wird der Versuchsleiter selten als Informationsquelle genutzt. Selbst wenn er sich dafür anbot, wurde diese *Hilfe oft abgelehnt*. Es wird vermutet, dass dies ein Effekt ist, der Gründe teilweise im experimentellen Setting hat. Dies kann jedoch nicht abschließend beurteilt werden.

Frage 2: Wie werden reine Reflexionsphasen im Handlungsverlauf platziert?

Dieser Frage wurde nach den Erfahrungen der Vorstudie große Bedeutung zugesprochen. Da technisches Handeln sich nicht in manuellen Fertigkeiten erschöpft, sondern eine Verbindung aus Wissen und Handeln voraussetzt, müsste sich dieser Zusammenhang auch in den Handlungen der Kinder zeigen lassen.

- Explizite Reflexionsphasen treten mit 87 Zählern bei 60 Handlungen selten auf. Dies kann auch mit der Vertaktung der Datenerfassung zusammenhängen: Fünf Sekunden sind für mentale Akte ein langes Intervall.
- Zwei Probanden vereinigen knapp 30% aller Reflexionsphasen auf ihre Handlungen. Die Stichprobengröße ist nicht darauf ausgelegt, Aussagen über eine Typenbildung zu treffen. Sollte sich dieser Effekt in einer weiteren Untersuchung reproduzieren lassen, so könnte von einer kleinen Gruppe von „Grüblern“ oder „Tüftlern“ gesprochen werden. Ergebnisse aus der Handlungsforschung, wonach überdurchschnittlich häufige Denk- und Planungshandlungen auf eine *lageorientierte Disposition* hinweisen, können für diese beiden Probanden nicht bestätigt werden. Sie legen auffallend viele Reflexionsphasen ein, erledigen aber die Handlungen tatkräftig und erfolgreich – anders also, als es für eine Lageorientierung typisch wäre.
- Reflexionsphasen können als Reaktion auf Barrieren beobachtet werden, aber auch präventiv, etwa wenn sich ein Problem erst andeutet. Sie treten tendenziell eher *in den beiden mittleren Vierteln* einer Handlung auf als zu Beginn oder am Ende.

- Ein genereller Zusammenhang zwischen problembehafteten Handlungsphasen und gesonderten Reflexionsphasen kann jedoch nicht ermittelt werden. Es finden sich Beispiele für sehr zielorientierte Handlungen *mit und ohne* Reflexionsphasen, und genauso für Handlungen mit zahlreichen Rekursionen und Kontrollschleifen, die *keine oder mehrere* Reflexionsphasen enthalten. Das kann nur so erklärt werden, dass Reflexionen sowohl *parallel zur physisch ausgeführten Handlung* als auch vor und nach ihr ablaufen. Probleme im Handlungsverlauf führen in den Versuchen jedenfalls nicht auffallend häufig zu Pausen, in denen das Problem gedanklich durchgespielt wird. Es wird hier davon ausgegangen, dass es ein besonderes, *reflexionsunterstützendes Hantieren* mit den Gegenständen gibt. Es folgt einer konkreten Fragestellung und zielt darauf ab, Informationen zur Beantwortung zu sammeln. Das reflexionsunterstützende Hantieren kann analog zu anderen vergegenständlichenden Formen des Problemlösens verstanden werden, z. B. zum zeichnerischen oder schriftlichen Skizzieren von Gedanken (Skizze, Stichwortliste, Mindmap).

  In einigen Fällen kann noch eine zweite Form des reflexionsbegleitenden Hantierens beobachtet werden. Ihm scheint keine konkrete Fragestellung zugrunde zu liegen. Das Kind dreht den Gegenstand, schiebt zum wiederholten Mal zwei Teile passend ineinander, ohne dass die Reparatur dadurch vorankommt, klopft leise mit einem Bauteil gedankenverloren auf den Tisch. Dies erinnerte den Autor wiederholt an das Herumgehen einer in ihren Gedanken versunkenen Person: Sie läuft im Zimmer auf und ab und denkt dabei über ein Problem nach –auf eine eigenartige Weise scheint die physische Bewegung dabei zu helfen. Es scheint lohnenswert, diese Formen des reflexionsbegleitenden Hantierens in einer weiteren Studie zu untersuchen.

Frage 3: Welche Rolle spielt das Nutzen von Werkzeugen im Handlungsverlauf?

- Von allen erfassten Strategien kommt die Nutzung von Werkzeugen am seltensten vor. Das liegt auch daran, dass sich ihr Einsatz nur bei einer Aufgabe aufdrängt und bei einer weiteren zweckmäßig wäre. Aber auch wenn der beobachtete Einsatz auf zwei Aufgabe heruntergerechnet wird: Die Probanden *setzen Werkzeug zurückhaltend ein*.
- Auch wenn die Haarklammer-Aufgabe als „werkzeuglastig“ angesehen werden kann, so scheint der Einsatz von Werkzeug stärker von der *persönlichen Neigung* der Probanden abzuhängen als von der Ausrichtung der Aufgabe. Diejenigen, die Werkzeug einsetzen, tun das i. d. R. bei mehreren Aufgaben. Andere setzen kein Werkzeug ein,

selbst wenn sie bei der Reparatur scheitern und ihnen Werkzeug deutlich helfen könnte. Obwohl alle Kinder vor den Versuchen darauf hingewiesen wurden, dass sie das bereitliegende Werkzeug jederzeit verwenden können, wurde es in der Hälfte der Fälle ignoriert. Selbst deutliche Impulse konnten diese Probanden nicht dazu motivieren. Offensichtlich haben Werkzeuge für sie *keine Bedeutung*. Sie erkennen deren Funktionalität selbst dann nicht, wenn sie darüber klagen, dass ihnen genau diese fehlt. Im Nachhinein dazu befragt gaben sie an, nicht an die Werkzeuge gedacht zu haben.

Frage 4: Inwieweit sind die Kinder in der Lage, vor der Handlung einen Plan aufzustellen, der die wesentlichen Handlungselemente enthält?

Die Pläne der Kinder beinhalten in aller Regel drei Elemente:

- Sie enthalten Hypothesen darüber, wie die einzelnen Bauelemente zusammengesetzt werden müssen, die sich auf deren geometrische Form stützen.
- Sie enthalten Vermutungen über Wirkmechanismen der Gegenstände.
- Außerdem finden sich Angaben zum Ansatzpunkt an die Problemlösung.

Auf Nachfrage können die meisten Kinder Teilschritte benennen und Vermutungen über eine Abfolge äußern. Dies tun sie aber nicht immer von sich aus, und die zentralen Schwierigkeiten, der eigentliche Problemlöseprozess also, werden dabei meistens nicht angesprochen. Damit wird bestätigt, was Ryle zu Plänen ausführt: Sie stellen keine „inneren" Anweisungen dar, die anschließend ausgeführt werden. Wäre das der Fall, hätte keine einzige Reparatur erfolgreich ausgeführt werden können, weil die Pläne in zentralen Problemlagen der Aufgabenstellungen große Lücken aufweisen.

6.7.2 Fragekomplex II: Faktoren der technischen Sozialisation

Es ist naheliegend, dass das Lebensumfeld der Probanden ihren Umgang mit Technik prägt. Als schwierig stellte sich die Zuordnung heraus, was die Kinder unter Technik verstehen. Nach technischen Spielsachen befragt nannten sie ferngesteuerte Fahrzeuge, Elektronikbaukästen oder Lego-Technics, nicht aber Spielekonsolen, Fahrräder, einfache Lego-Bausteine, Puppenherde, Strick- und Häkelzeug usw. Häufig gaben die Kinder an, sie würden zuhause nichts reparieren. Auf Nachfrage fielen ihnen dann doch Dinge ein. Rita beispielsweise konnte beschreiben, wie sie den Kopf ihrer Barbiepuppe aufschrumpft: Sie hatte sich mit ihrer Mutter zusammen eine Anleitung im Internet angesehen und konnte angeben, auf welche Temperatur sie das Wasserbad erwärmt, wie lange der Kopf erhitzt werden muss und welche

Sicherheitsmaßnahmen sie bei der Arbeit ergreift. Die Antworten zum Umgang mit Technik waren also stark vom Technikbegriff der Kinder geprägt. Von sich aus nannten sie überwiegend das Bedienen elektronischer Geräte, Nachfragen ergaben dann, dass viele Probanden regelmäßig häkeln und kochen, und sie waren erstaunt, dass auch das technische Handlungen sind. Um hier präzisere Daten ermitteln zu können, hätte das Interview stärker standardisiert oder durch einen Fragebogen ergänzt werden müssen. Die erste Variante wurde nach den Erfahrungen aus der Vorstudie verworfen, wo eine zu starke Führung des Interviews dazu führte, dass die Kinder nicht mehr frei berichteten. Die zweite Variante wurde nicht verfolgt, weil sie die personellen Ressourcen der Studie gesprengt hätten.

Die Daten zum familiären Hintergrund erlauben also keine verallgemeinerbaren Aussagen, wohl aber die Möglichkeit einer besseren Einordnung der beobachteten Handlungsperformanzen. Im Einzelnen können die vier Teilfragen so beantwortet werden:

Frage 1: Welchen Bezug zu Technik bestimmt das familiäre Umfeld der Kinder der Stichprobe?

- Der Alltag eines Viertels der Probanden ist durch einen schwachen Technikbezug geprägt: Dort spielt Technik weder im Beruf der Eltern eine Rolle noch wird in der Familie mehr gemacht als technische Geräte zu bedienen. Diese Kinder sind gewohnt, dass technische Probleme an Fachkräfte delegiert oder durch den Kauf eines neuen Produktes gelöst werden.
- Das familiäre Umfeld von zehn Probanden ist durch eine mittelstarke Technikprägung charakterisiert. Technische Geräte werden genutzt, aber auch einfache Reparaturen und Wartungsarbeiten durchgeführt.
- Fünf Probanden leben in einem ausgesprochen techniknahen Umfeld. Mindestens ein Elternteil arbeitet in einem technischen Beruf, mit den Kindern wird gebastelt, teilweise sind sie in einen technisch geprägten betrieblichen Ablauf eingebunden.
- Damit leben 75% der Probanden in einem technikaffinen oder –nahen familiären Umfeld. Sie erleben Technik als ein Feld eigener Gestaltungsmöglichkeiten.

Frage 2: Welche Erfahrungen mit technischen Handlungen machen die Kinder der Stichprobe?

75% der Kinder gehen aktiv mit Technik um. Sie konstruieren regelmäßig Dinge oder stellen etwas her, nutzen technische Spielsachen bzw. Geräte, achten auf einen sachgemäßen Umgang und führen einfache Reparaturen und Wartungsarbeiten selbst aus. Das bedeutet auch, dass sie technische Erfahrungen sowohl im Alltag als auch im Spiel machen. In der Stichprobe zeigt sich ein deutlicher Einfluss des Technikstils des familiären Umfeldes auf den Technikstil der Kinder. Vorbilder eines gestaltenden Umgangs mit Technik führen zu einem ebenfalls gestaltenden Bezug der Kinder zu Technik. Eine passiv-konsumtive Einstellung des Umfeldes begünstigt eine passiv-konsumtive Haltung der Kinder.

Frage 3: Welche Einflüsse zwischen technischen Lebensbezügen und der Handlungsperformanz der Kinder lassen sich feststellen?

Eine naheliegende Vermutung wäre, dass das häusliche Umfeld und der Technikstil der Probanden einen hohen Einfluss auf den Handlungserfolg bei den Versuchsaufgaben hat, etwa in der Art, dass sich ein starker Technikbezug positiv auf den Erfolg der Reparaturarbeiten auswirkt. Für die Stichprobe dieser Studie lässt sich ein solcher Zusammenhang nicht erkennen. Wohl erledigen zwei von fünf Kindern aus Familien mit schwachen Technikbezügen und, dieser Zusammenhang ist deutlich, mit gleichzeitig passiv-konsumtiv geprägtem eigenem Technikstil nur eine der drei Aufgaben erfolgreich. Andererseits sind ebenfalls zwei Probanden dieser Gruppe mit drei gelungenen Reparaturen maximal erfolgreich. Diejenigen, die im familiären Umfeld einen engen Bezug zu Technik erleben, nutzen Technik selbst offensiv. Dies wirkt sich aber nur bedingt auf den Erfolg der Reparaturen aus. Zwei von ihnen lösen alle, zwei weitere aber auch nur eine der drei Aufgaben.

Zwei Ergebnisse können hier zusammengefasst werden:

- Ein positiver Zusammenhang zwischen hoher Technikprägung im familiären Lebensumfeld und erfolgreicher Aufgabenbewältigung lässt sich in der Stichprobe nicht zeigen.
- Ein positiver Zusammenhang zwischen aktiv-gestaltendem Technikstil der Probanden und erfolgreicher Aufgabenbewältigung lässt sich ebenfalls nicht zeigen.

Die Handlungsperformanz umfasst indes mehr als das Ergebnis der Reparaturaufgaben. Daher wurden ergänzend die Daten aus den Interviews mit den erfassten Strategien in Bezug

gesetzt. Der Zusammenhang zwischen der Technikprägung des familiären Umfeldes und der strategischen Ausrichtung der Handlungen zeigt die folgende Tabelle.

	Name	Geschlecht	Alter	fam. Technik-bezug	pers. Technik-stil	Ballspiel	Tanka	Haarklammer	Infosuche am Objekt	Test	Reflexion	Teilschritte	Infosuche extern	Werkzeug	Summe	Erfolg
1	Leo	m	9	stark	aktiv-gestaltend	1	1	1	1	7	2	18	2	4	34	1,00
2	Micha	m	9	stark	aktiv-gestaltend	1	0	0	7	13	3	25	1	0	49	0,33
3	Helene	w	9	mittel	aktiv-gestaltend	1	1	0	8	7	2	17	0	2	36	0,67
4	Hanja	w	9	stark	aktiv-gestaltend	1	1	0	8	7	3	16	3	5	42	0,67
5	Marion	w	9	stark	aktiv-gestaltend	1	1	1	4	8	1	12	1	0	26	1,00
6	Falko	m	10	stark	aktiv-gestaltend	1	0	0	3	6	2	7	1	0	19	0,33
7	Jessica	w	10	mittel	aktiv-gestaltend	1	1	0	2	5	3	9	1	0	20	0,67
8	Rieke	w	10	mittel	aktiv-gestaltend	1	1	0	1	3	3	8	2	1	18	0,67
9	Dominik	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	0	0	11	5	9	16	1	0	42	0,33
10	Jakob	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	0	10	11	15	24	0	0	60	0,67
11	Matthias	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	1	5	7	2	13	8	0	35	1,00
12	Nelson	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	0	3	6	2	10	6	0	27	0,67
13	Miro	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	0	3	8	3	24	8	6	52	0,67
14	Piet	m	9	mittel	aktiv-konsumtiv	1	1	0	7	10	2	29	3	1	52	0,67
15	Jens	m	9	schwach	aktiv-konsumtiv	1	1	1	13	10	6	28	3	3	63	1,00
16	Naomi	w	9	mittel	passiv-konsumtiv	1	1	1	14	17	14	36	11	9	101	1,00
17	Claudia	w	9	schwach	passiv-konsumtiv	1	0	0	7	5	4	11	0	0	27	0,33
18	Lilli	w	9	schwach	passiv-konsumtiv	1	1	0	12	7	5	30	2	0	56	0,67
19	Sabrina	w	9	schwach	passiv-konsumtiv	1	1	1	4	10	4	19	5	0	42	1,00
20	Susanna	w	10	schwach	passiv-konsumtiv	1	0	0	9	5	2	19	2	0	37	0,33
					Mittelwerte →	1	0,75	0,3	132	157	87	371	60	31	838	

Tabelle 21: Vergleich zwischen der Technikprägung des familiären Umfeldes und des persönlichen Technikstils mit der strategischen Ausrichtung der Handlungen

Die graue Hinterlegung der Zeilen folgt dem Auswahlkriterium. Die Datensätze der beiden Probanden, bei denen der Zusammenhang zwischen persönlichem Technikstil und familiärem Technikbezug differiert, sind dunkler unterlegt.

Bei allen drei Teilgruppen kommen sowohl kurz- als auch langkettige Handlungen vor (vgl. Summen-Spalte in Tabelle 21). Eine leichte Tendenz kann in den beiden Extremgruppen ermittelt werden: Probanden aus Familien mit starker Technikprägung tendieren zu etwas kürzeren Handlungen, Probanden aus Familien mit schwacher Prägung dagegen zu etwas längeren.

Bei den strategischen Ausrichtungen lassen sich deutlichere Unterschiede feststellen. Im Vergleich zu Probanden aus Familien mit starkem Technikbezug tendieren *Kinder aus Familien mit schwachem Technikbezug* zu einer stärkeren Informationssuche am zu reparierenden Objekt und an externen Quellen (1), zu häufigeren Tests (2), zu häufigerem Unterbrechen des Handelns durch Reflexionsphasen (3) und zu einem Ignorieren von Werkzeugen.

Frage 4: Welche geschlechtsspezifischen Unterschiede sind in der Art und Weise des Zugangs zu technischen Problemstellungen zu beobachten?

Wird die reine Erfolgsquote zwischen Mädchen und Jungen verglichen, so lässt sich kein wesentlicher Unterschied feststellen. Der Mittelwert ist bei den Mädchen (0,70) geringfügig besser als bei den Jungen (0,67). Bei den absoluten Zahlen derjenigen, die alle drei Reparaturen erfolgreich durchführten, liegen Mädchen und Jungen mit jeweils drei Zählern gleichauf, nur eine erfolgreiche Reparatur erreichten zwei Mädchen und drei Jungen.

Dies ist vor dem Hintergrund erstaunlich, dass deutlich mehr Mädchen ihr Umfeld als gering durch Technik geprägt erleben und einen passiv-konsumtiven persönlichen Technikstil haben. Dass fünf Mädchen Technik überwiegend passiv konsumieren, dass vier von ihnen auch in der Familie einen solchen Technikzugang erleben und dass die Mehrheit der Probanden angeben, einen aktiven und gestaltenden Technikstil nur von männlichen Bezugspersonen her zu erleben, deutet auf eine geschlechtsspezifisch stark stereotypisierte Techniksozialisation hin. Dies hat sich im Handlungserfolg der Kinder jedoch (noch) nicht niedergeschlagen.

Bei der strategischen Ausrichtung der Handlungen lassen sich nur geringfügige Unterschiede zwischen den Geschlechtern erkennen. Die Häufigkeit der internen und externen Informationssuche ist vergleichbar, sowohl bei den oberen und unteren Extremwerten als auch bei der allgemeinen Verteilung. Dasselbe trifft für die Anzahl der Tests und der Handlungsunterbrechungen für Reflexionen zu. Lediglich bei der Werkzeugnutzung gibt es geringe Unterschiede: Drei Mädchen nutzen Werkzeug (sieben dagegen nicht), demgegenüber stehen fünf Jungen, die Werkzeug nutzen (fünf dagegen nicht). Auch hier ist fraglich, ob diese Verteilung geschlechtsspezifisch verursacht ist. Wahrscheinlicher scheint wieder ein Zusammenhang zum persönlichen Technikstil und damit zur technischen Sozialisation: Vier der Mädchen, die kein Werkzeug einsetzen, nutzen Technik im Alltag passiv-konsumtiv.

6.7.3 Fragekomplex III: Forschungsmethodisches Instrumentarium

Ein letzter Bereich mit Fragen bleibt zu beantworten. Er öffnete sich, da für die verfolgten Fragestellungen kein geeignetes forschungsmethodisches Instrumentarium zur Verfügung stand.

Frage 1: Welche Aufgabenstellungen eignen sich, um alltägliche technische Handlungen auf ihre strategische Varianz untersuchen zu können?

Mit den Erfahrungen der Vorstudie und der Hauptstudie können unterschiedliche Aufgabenstellungen daraufhin verglichen werden, inwieweit sie sich als hilfreich erwiesen haben, technische Handlungen in ihrer strategischen Ausrichtung zu erfassen.

Problembereich 1: Komplexität der Handlungen

Das Flicken des Fahrradreifens ist zweifelsohne die komplexeste der getesteten Aufgabenstellungen. Hier ließen sich deutlich stärkere Unterschiede bei der Vorgehensweise der Probanden erkennen, etwa bei der Auswahl der Werkzeuge. Die größten, vielleicht auch aussagekräftigsten Unterschiede bestanden aber in der Platzierung der Tests. Technisch versierte Probanden setzten sie vor langwierige Montagearbeiten, sodass sie bei einem Misserfolg nicht so lange „nutzlos“ weiterarbeiteten. Vergleichbare Effekte zeigte auch die aufgabenbezogene Auswertung der Handlungsstrukturpläne. Bei komplexen Aufgabenstellungen wirken sich demnach Qualitätsunterschiede der Handlungen deutlicher aus.

Bei der Reifenflick-Aufgabe zeigt sich auch ein erkennbar stärkerer Einfluss der technischen Vorerfahrungen. Alle drei Probanden, die die Aufgabe komplett bewältigten, kommen aus einem Umfeld mit starkem Technikbezug und gehen mit Technik aktiv-gestaltend bzw. aktiv-konsumtiv um. Die eine Probandin, die komplett scheiterte, und alle drei (ein Mädchen, zwei Jungen), die über die Demontage des Schlauches und die daran anschließenden erfolglosen Flickversuche nicht hinauskamen, nutzten Technik überwiegend passiv-konsumtiv.

Die Daten zwischen Vor- und Hauptstudie sind jedoch nur bedingt vergleichbar, da in der Hauptstudie zwischen familiären und persönlichem Technikstil unterschieden wurde, in der Vorstudie dagegen noch nicht.

Bei den drei Aufgaben der Hauptstudie bestand zunächst die Befürchtung, sie seien zu unterkomplex. Wenn Lösungen zu offensichtlich, die Freiheitsgrade zu gering werden, ist die Wahrscheinlichkeit, dass es zu strategischen Varianten kommen *muss*, gering. Die ebenfalls getestete Aufgabenstellung, Schnürsenkel in einen Schuh einzufädeln, erwies sich als solch

unterkomplexer Fall. Zunächst ermöglicht die Aufgabe zahlreiche Varianten. Ein Abgleich mit dem Vorbild des zweiten Schuhs führt jedoch zu voller Einsicht in die Sachstruktur, die drei Probanden, die diese Aufgabe lösten, glichen in einer Eins-zu-Eins-Übertragung zwischen den beiden Exemplaren ab.

Als besonders unzweckmäßig erwies sich die „Falle“ des Verwechselns des Vulkanisiervorgangs mit dem Vorgehen beim Kleben. Auch wenn dies ein alltagstypisches Problem darstellt und daher den Fragestellungen dient, so wirkten sich doch Fehler, die hier gemacht wurden, bestimmend auf den kompletten Verlauf der weiteren Handlung aus. Insgesamt überwiegen damit die negativen Aspekte – solche Missverständnisse in Kombination mit eingefahrenen Handlungsprogrammen sollten daher in den Aufgabenstellungen vermieden werden.

Zusammenfassend lässt sich feststellen: Eine Aufgabenstellung, die sich zur Datensammlung bezüglich der strategischen Ausrichtungen technischer Handlungen eignet, sollte einen angemessenen Komplexitätsgrad aufweisen. Zu geringe Komplexität führt zu einem Verlust an Varianz möglicher Lösungen, zu hohe Komplexität dagegen zu einer Überforderung der Probanden (in Abhängigkeit von der gewählten Altersstufe) und damit zur Gefahr gehäufter Interventionen durch die Versuchsleitung.

Problembereich 2: Dauer der Versuche

Eng mit der Komplexität hängt die Dauer der Handlungen zusammen. Die Kinder zeigten einen unbedingten Willen, die Aufgaben zu bewältigen. Sie ließen sich auch von wiederholten Misserfolgen nicht entmutigen. Kinder der ausgewählten Altersgruppe kommen aber an ihre Konzentrationsgrenze, wenn die Versuchsdauer über eine Stunde beträgt. Dann werden nicht mehr Varianz und strategische Ausrichtung der Handlungen ermittelt, sondern das Durchhaltevermögen. Aus diesem Grund erwiesen sich die Aufgabenstellungen der Hauptstudie forschungsstrategisch als zweckmäßiger als die Reifenflick-Aufgabe. Je mehr unterschiedliche Versuche einzelner Kinder angestrebt werden, desto bedeutsamer wird dieses Argument, zumindest wenn die Versuche bei jedem Kind innerhalb eines Durchgangs durchgeführt werden. In der vorliegenden Untersuchung erwiesen sich die drei Aufgabenstellungen von der Dauer her bei vielen Probanden als problemlos; bei denen, die lange Zeit benötigten, stellten sie in der Summe den äußeren Rand dar.

Problembereich 3: Unterschiedlichkeit der Aufgabenstellungen

Die nach den Erfahrungen der Vorstudie getroffene Entscheidung, jedem Probanden mehrere unterschiedliche Aufgaben zu stellen, hat sich als zweckmäßig erwiesen. So kann im Abgleich der Handlungen besser eingeschätzt werden, ob die Probanden einen persönlichen Technikstil zeigen, und Zufälligkeiten in Bezug auf die Aufgabenstellung, z. B. bei der Werkzeugnutzung oder persönlicher Vorlieben, konnten in ihren Auswirkungen reduziert werden. Eine immer von neuem wiederholte Behauptung ist, es gäbe geschlechtsspezifische Vorlieben bei Aufgabenstellungen. Dies konnte in den drei Versuchen, zumindest was das Interesse der Kinder und den Erfolg bei der Bewältigung betrifft, nicht bestätigt werden. Kein Junge rümpfte bei der Haarklammer-Aufgabe die Nase, kein Mädchen bei der Ballspiel-Aufgabe. Die Erfolgsquoten von Mädchen und Jungen sind bei allen drei Aufgaben nahezu identisch: Jeweils 1,0 bei der Ballspielaufgabe, bei der Tanka-Aufgabe 0,8 (Mädchen) gegenüber 0,7 (Jungen), und bei der Haarklammer-Aufgabe, die sich am stärksten einem Geschlecht zuordnen lässt, ist sie identisch: Mädchen und Jungen kommen auf den Wert 0,3. Auch wenn dazu aus dieser Untersuchung heraus keine Aussagen verallgemeinert werden können, so scheinen die Stereotypen doch eher in den Erwartungshaltungen der Erwachsenen zu liegen als bei den Kindern.

Frage 2: Wie lassen sich rekursive Handlungsstrategien darstellen?

In der Vorstudie wurde eine andere Darstellungsform der Handlungen erprobt. In einem Diagramm wurden auf der Abszisse die Handlungsschritte abgetragen, auf der Ordinate der Grad der Zielannäherung. Es ergab sich eine Art „Fieberkurve“, in der Misserfolge durch einen Rückfall auf ein horizontal niedrigeres Niveau abgebildet werden. Ergänzt wurde die *Kurve der Zielannäherung* durch die Benennung der Teilabschnitte, wie in der folgenden Abbildung zu sehen ist.

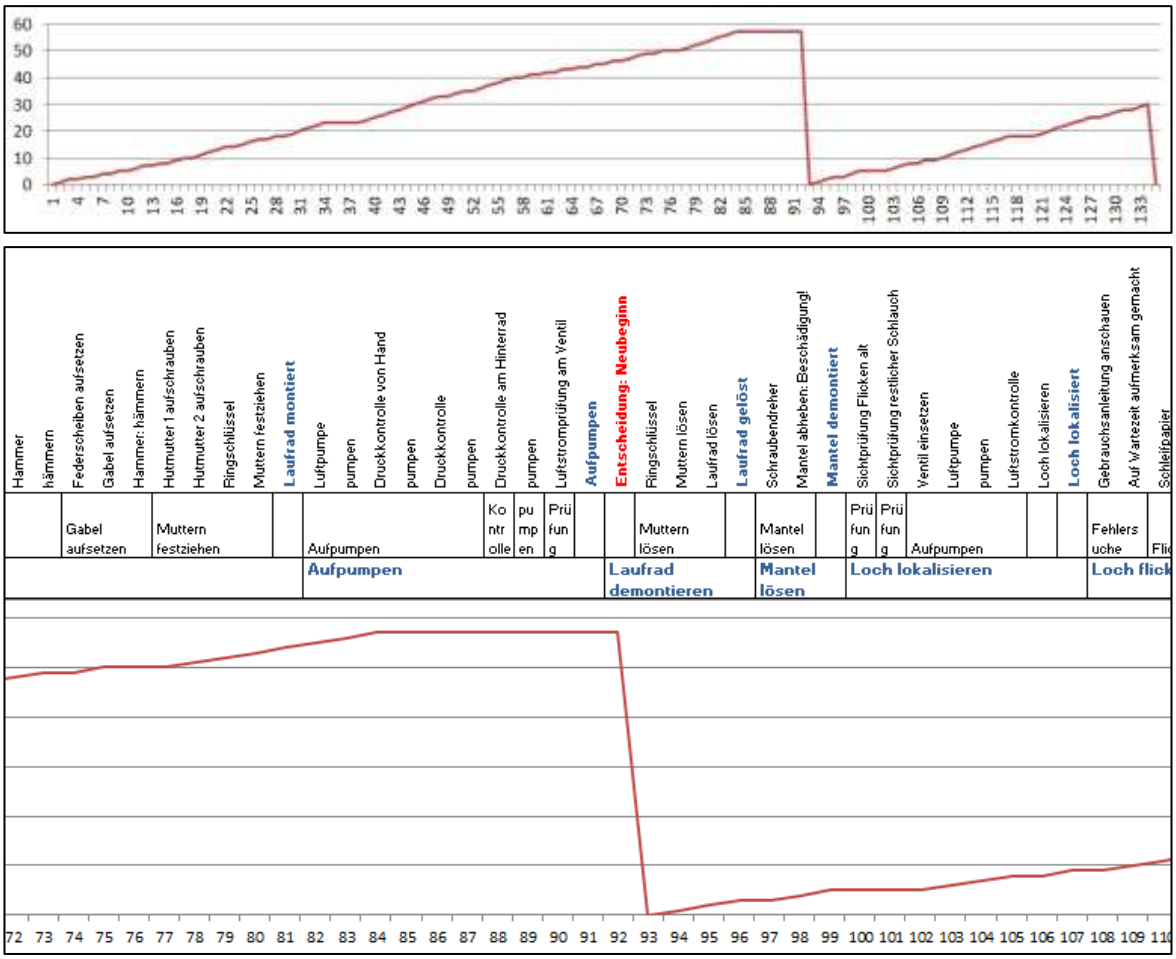


Abbildung 71: Darstellung des Handlungsverlaufs in der Vorstudie (oben: Gesamtverlauf, unten: Detail)

Außerdem konnten Details unter hoher Auflösung im selben Darstellungsverfahren analysiert werden, wie die Abbildung rechts zeigt.

Hier ist die Zielannäherung auf der Ordinate inhaltlich ausdifferenziert, sodass genau mitverfolgt werden kann, welche Aktionen der Proband durchführt. Der Grad der Zielannäherung kann in diesem Auflösungsgrad Schritt für Schritt mitverfolgt werden.

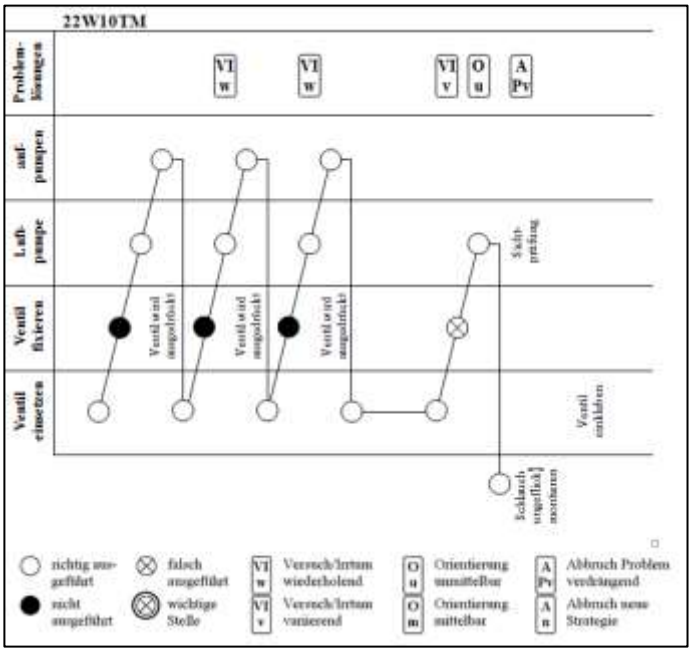


Abbildung 72: Detail der Darstellung aus der Vorstudie unter hoher Datenauflösung

Diese Form der Datendarstellung erwies sich insgesamt als zu eindimensional. Die strategische Ausrichtung der Vorgehensweise musste verbal ergänzt werden, sodass erstens die Forschungsfragen nicht optimal beantwortet werden konnten und zweitens der Aufwand zur Darstellung der Daten in keinem zweckmäßigen Verhältnis zum Nutzen stand.

Die letztendlich verwendete Form der Datendarstellung weist fünf zentrale Vorteile auf:

- Der Fortschritt der Handlung und dadurch die Zielannäherung kann in X-Richtung dargestellt und direkt abgelesen werden.
- Die analysierten Merkmale werden über die farbigen Kreissymbole dargestellt und können auf einen Blick in Form eines Farbschemas erfasst werden.
- Die Abfolge einzelner Strategien (Reihung, Wiederholung) kann über die Spalten (mit römischer Nummerierung) und über die X-Richtung abgebildet werden. Die Form der Zielannäherungskurve deutet auf die Art des Umgangs mit dem Problem und auf die Fähigkeit des Probanden, den Problemraum zu strukturieren, hin.
- Die handlungsunterbrechenden Effekte von Explorationen, Informationssuche und Reflexionen werden durch die Ausrichtung in Y-Richtung veranschaulicht. Die Steigung der Verlaufsstruktur bietet ein Indiz für den individuell erfahrenen Schwierigkeitsgrad der Handlung.
- Interventionen und Handlungserfolg werden symbolisch dargestellt und können somit direkt abgelesen werden.

Die Kombination aus hohem Informationsgehalt und der Möglichkeit des direkten Auslesens der Informationen erscheint hier als größter Vorteil. Allein die Kodierung der Merkmale über Farben ist sehr hilfreich: Die Pläne können stark verkleinert werden, ohne dass wesentliche Informationen verloren gehen. Das hier entwickelte Instrumentarium ermöglicht also einen Überblick über Ablauf und strategische Struktur einer individuellen Handlung. Sehr hilfreich ist, dass mit ihm mehrere Merkmale der strategischen Ausrichtung gleichzeitig, „auf einen Blick“ erfasst werden können. Dadurch werden Vergleiche zwischen mehreren Handlungen eines Probanden bzw. zwischen Handlungen mehrerer Probanden bei einer Aufgabenstellung deutlich erleichtert.

Frage 3: Wie lassen sich die strategischen Überlegungen der Kinder erfassen?

Die Strukturpläne führen zu einem orientierenden Überblick über den Handlungsverlauf. Die strategischen Überlegungen der Kinder lassen sich damit aber nicht erfassen. Bei der Darstellung und der Diskussion der ermittelten Daten wurde an verschiedenen Stellen der Mangel des Auflösungsgrades der Strukturpläne deutlich. Eine Rekursion kann eine Optimie-

rungsschleife sein, aber auch eine hilflose Reaktion auf ein für den Probanden unlösbares Problem. Die Zweckmäßigkeit des Einsatzes eines Tests ergibt sich nicht rein aus ihrer Verortung in einem zeitlichen Prozess, sondern kann nur aus dem inhaltlichen Kontext ermittelt werden. Aus diesem Grund wurde mit dem Instrumentarium der offenen bzw. dichten Handlungsbeschreibung gearbeitet. Das Prädikat *offen* bezieht sich darauf, dass die Beschreibung nicht durch ein Kategoriensystem in „Leitplanken" geführt wird. Vielmehr wird versucht, dem Handlungsstrom zu folgen. *Dicht* bedeutet, dass die Beschreibung einen hohen Erfassungsgrad von Einzelheiten bietet und dass sie durch den forschenden Blick wesentliche Merkmale betont. Der hier enthaltene scheinbare Widerspruch zwischen Offenheit und Gerichtetheit lässt sich kaum diskursiv auflösen, er lässt sich besser an konkreten Beispielen demonstrieren. Danner hebt hervor: „Streng genommen hat es die Phänomenologie also nicht mit konkreten, anfassbaren Dingen und Vorgängen zu tun, sondern mit Bewusstseins-Gegebenheiten, noch genauer: mit intentionalen Gegenständen des transzendentalen Bewusstseins." (Danner 2006, S. 133)

Die Frage, wie sich die strategischen Überlegungen der Kinder erfassen lassen, kann also nicht eindimensional beantwortet werden. Auf die Überlegungen der Kinder muss in aller Regel rückgeschlossen werden, weil sie ihre Gedanken selten preisgeben und weil die Explikationen nicht direkt mit ihren Gedanken übereinstimmen müssen. Es bietet sich eine Kombination aus dichter, phänomenologischer Handlungsbeschreibung zusammen mit den überblicksartigen Darstellungen der Strukturpläne an. Die Strukturpläne sind besonders dort aussagekräftig, wo in allen drei Aufgaben vergleichbare Merkmale vorliegen.

Zweifelsohne bedarf es auch einer gewissen Stichprobengröße. Bei den 60 Handlungen waren in ausreichendem Maße solche gegeben, bei denen die Kinder von sich aus erzählen, ohne Aufforderung und ohne den Eindruck, dass sie es „für die Kamera" tun. Über deren Explikationen lassen sich manche Beobachtungen anderer Handlungen besser verstehen.

Frage 4: Wie können Einflussfaktoren der technischen Sozialisation erhoben werden?

Die gewählte Erhebungsform des Interviews hat innerhalb der forschungsstrategischen Ausrichtung Vor- und Nachteile. Da zur Beantwortung weiterer Fragen ein Interview zweckmäßig war, bot es sich an, auch die Daten zur Sozialisation direkt bei den Kindern zu erfragen. Da Sozialisationsprozesse unbewusst ablaufen, mussten die Daten aus dem Kontext allgemein gehaltener Fragestellungen ermittelt werden. Hier erwies sich die Nähe des Versuchsleiters durch die Hospitationen im Unterricht vor den Tests und durch die teilnehmende Beobachtung während der Tests, besonders in der Kombination mit dem relativ offenen Leitfa-

deninterview, als Vorteil. Aus den standardisierten Eingangsfragen nach dem Alter und den Geschwistern entwickelte sich grundsätzlich ein ungezwungenes Gespräch mit den Kindern. In der Folge berichteten sie freimütig über ihren individuellen und familiären alltäglichen Umgang mit Technik.

Als problematisch stellte sich der undifferenzierte Technikbegriff heraus. Die Fixierung auf elektronische Geräte geht mit einem Ausblenden anderer Sachsysteme einher. Öffnete der Versuchsleiter den Horizont der Kinder in Richtung Schreiben mit dem Füller, Kochen oder Handarbeit, kam es wiederholt zu einer Art Dammbruch: Im Sinne des mittelweiten Technikbegriffs begannen sie alles aufzuzählen, bei dem sie Sachsysteme verwenden. In diesen Fällen waren die Kinder eher damit beschäftigt, Beispiele zu finden, die noch zur Technik gezählt werden können, als auf konkrete Fragen des Versuchsleiters einzugehen. Ob hier eine strukturierte Fragebogenerhebung mit zeitlichem Abstand zu den Handlungen eine eindeutigere Datenlage ergeben hätte, kann nur vermutet werden – dieser Weg scheint aber erfolgversprechend.

Die Zuordnung der Angaben aus den Interviews zu den Kategorien techniknah, -affin und -fern lässt einen deutlichen Interpretationsspielraum erkennen. Besonders die mittlere Zuordnung kann oft nicht eindeutig getroffen werden, sodass eine quantitative Auswertung erschwert wäre. Recht zweifelsfrei konnten dagegen die Kategorien des persönlichen Umgangs mit Technik zugeordnet werden. Besonders vor dem Hintergrund der Fragestellungen erwies sich das Instrumentarium des Leitfadeninterviews insgesamt als zweckmäßig dimensioniert. Da keine Aussagen über die Stichprobe hinaus getroffen werden sollten, hielten sich Aufwand und Nutzen in einem pragmatischen Verhältnis. So zeigen die Daten, dass die Extremvarianten der Merkmalsausprägungen seltener vorkommen als Mittelwerte. Werden dann die Extremvarianten hinsichtlich der gezeigten Handlungsperformanz verglichen, lassen sich begründete Vermutungen über Zusammenhänge formulieren.

Die Frage nach der Tauglichkeit des Instrumentariums lässt sich an dieser Stelle nur vorsichtig beantworten: Im Zusammenhang mit den anderen Forschungsfragen können Tendenzen benannt werden, die einen besseren Blick auf weitere Daten ermöglichen. Um verallgemeinerbare Aussagen treffen zu können, die über die Stichprobe hinausweisen, müsste die Zuordnung zwischen Daten und Merkmalen evaluiert und optimiert werden. Insbesondere ein Abgleich mit Angaben der Eltern sollte dabei überdacht werden.

6.8 Diskussion der Ergebnisse des deskriptiv-phänomenologischen Teils der Studie

Dem Gegenstand dieser Untersuchung folgend enthalten die Daten zu den Handlungsbeobachtungen einen großen Interpretationsspielraum: Wo Sinnzusammenhänge und Bedeutungen erforscht werden, kann es keine eindeutigen Zuordnungen geben. Die Daten werden nun unter drei, didaktisch ausgerichteten Fragestellungen diskutiert:

- Welche weiterführenden Vermutungen können aus den Beobachtungen zur strategischen Ausrichtung der technischen Handlungen der Kinder gemacht werden?
- Wie kann die Tatsache, dass die Kinder im Verlauf der Reparaturen die Sachsysteme analysieren und dabei Wissen aufbauen, vor dem Hintergrund von Lernprozessen interpretiert werden?
- Wie müssen die Einflüsse der technischen Sozialisation in Bezug auf die sich daran anschließende Diskussion von Bildungsbezügen gewichtet werden?

6.8.1 Die strategische Ausrichtung technischer Handlungen von Kindern im Eintrittsalter von Technikunterricht

Möller und Arbeitsgruppe zeigen in ihrer Studie zur „Technische[n] Bildung im Sachunterricht“ in Nordrhein-Westfalen, dass das Alter der hier gewählten Stichprobe als Eingangsalter in den Technikunterricht aufgefasst werden muss, da er zumindest in den Schulen der befragten Lehrkräfte so gut wie nicht stattfindet (vgl. Möller et al. 1996). Die Kinder der hier untersuchten Stichprobe besuchten, wie bereits erwähnt, zum Zeitpunkt der Datenerhebung Technikunterricht – bei ihnen spiegelt sich folglich nicht nur der Einfluss der technischen Sozialisation wieder.

Die Handlungsbeobachtungen zeigen an vielen Beispielen, wie geschickt und variantenreich die Kinder vorgehen. Sie platzieren Tests strategisch günstig, sie untersuchen den Gegenstand intensiv und ein Teil von ihnen vergleicht ihn genau und offensichtlich unter konkreten, eigenständig entwickelten Fragestellungen mit dem Vorbild. Besonders vier Bereiche sind im Zusammenhang mit technischem Handeln von besonderem Interesse.

Werkzeugnutzung

Der Nutzen von Werkzeug für bestimmte Aufgaben scheint sich den Kindern, vorsichtig formuliert, nicht aufzudrängen. In der Vorstudie wurden die Werkzeuge noch in einem Werkzeugkasten an der Seite des Arbeitsplatzes gestellt. In der Hauptstudie wurden sie dann

offen auf den Arbeitstisch platziert, und selbst da spielten sie in den Handlungen der Kinder nur eine geringe Rolle. Dieses Verhalten wird von Kindern gezeigt, die durchaus schon gelernt haben, mit technischen Problemen umzugehen – man bedenke die Angaben zum familiären und gesellschaftlichen Umfeld. Trotzdem blendeten sie diese Hilfe regelrecht aus. Für den Versuchsleiter waren Situationen verblüffend, in denen die Kinder über Schmerzen beim Niederdrücken der Feder klagten, und die direkt neben ihnen liegende Zange nicht einsetzten – auch nicht dann, wenn er ihre Aufmerksamkeit durch eine Impulsfrage auf das Umfeld richtete. In den Versuchen war das so offensichtlich, dass die Nutzung von Werkzeug besonders bei Kindern des Eingangsalters in den Technikunterricht grundsätzlich überdacht werden sollte.

Prinzipiell kann auf diesen Sachverhalt unterschiedlich reagiert werden: Werkzeug könnte in der Grundschule weitgehend als offenes Angebot bereitgestellt werden, um nicht gegen diese u. U. entwicklungsbedingte Eigenart anzuarbeiten. Werkzeug könnte aber auch, so wie das bislang schon geschieht, gezielt und mit gesondertem Schwerpunkt im Technikunterricht eingeführt werden, um den Kindern zu helfen, diesen Entwicklungsschritt zu bewältigen. Die Tatsache, dass die Werkzeugnutzung bei den Kindern aus technikfernen Familien fast nicht vorkam, bei denen aus techniknahen Familien dagegen schon, spricht für den zu erwartenden Erfolg solcher Maßnahmen. Die Ergebnisse der Handlungsbeobachtungen weisen allerdings darauf hin, dass hier rein instruierende Lehr- und Lernformen zu kurz greifen. Wählt die Lehrkraft ein Werkzeug aus und weist die Schüler lehrgangsmäßig in die Handhabung ein, wird die Frage nach der Instrumentalität von Werkzeug von der Lehrkraft gestellt und nicht von den Kindern. Sie müssen selbst die Gelegenheit haben, den Nutzen von Werkzeugen mit dem ihrer Hände vergleichen zu können. Nicht die Säge wäre hier wertvoll, denn sie lässt sich nicht durch die Finger ersetzen. Die Haarklammer-Aufgabe könnte dabei als „Zugangsthema“ dienen[114]: Würde mit Schülerinnen und Schülern nach einer freien Arbeitsphase, in der sie Erfahrungen sammeln können, thematisiert, für welche Tätigkeiten welches Werkzeug Erleichterung bietet, könnte mit einem hohen Lerneffekt gerechnet werden. Diese Zugangsthemen müssten in eine Art „Curriculum der Werkzeugnutzung“ eingefügt werden, das einen systematischen Aufbau eines Repertoires an genutzten Werkzeugen und eines Bewusstseins für die Instrumentalität von Werkzeug unterstützt.

[114] Caspers definiert als „Zugangsmodell“ modellhaft ausgearbeitete Zugangsthemen, die Schülern die Auseinandersetzung mit ausgewählten Inhalten erleichtern (Caspers et al. 1984, S. 11, Fußnote 4).

Bilden von Kriterien für Tests

Bei einer Herstellung beziehen sich Tests auf Vorgaben der Fertigung, bei einer Nutzung auf die Wirksamkeit einer Maßnahme, bei einer Reparatur auf das Ermitteln von Zwischenständen und auf die Wiederherstellung der Funktion usw. Immer wird der Test vom Zweck der Handlung oder des Zustands her bestimmt, der mit ihm überprüft werden soll.

Dies war den Kindern in den Versuchen wiederholt nicht klar. Es wurde bereits diskutiert, inwieweit hier ein Experimentaleffekt vorliegen könnte. Wenn dies bejaht wird, dann schließt sich die Frage an, ob nicht im Unterricht vergleichbare Effekte wirksam sind. Die Kinder wissen in aller Regel, dass dort gestellte Aufgaben aus didaktischen Absichten heraus gestaltet sind, dass sie keinen Ernstcharakter im Sinne einer Alltagsbewährung haben. Unter dieser Annahme wäre es ein Gebot didaktischer Klugheit, aber auch pädagogischer Aufrichtigkeit, den Unterschied zwischen Lernarrangement und realer technischer Handlung mit den Schülern zu thematisieren. Dass Sachsysteme einem Zweck dienen und sich technische Handlungen mit ihnen auf diesen Zweck beziehen; dass die Funktion eines Sachsystems aus mehreren Teilfunktionen besteht, die nicht alle gleichwertig sind: Beides ist nicht einfach nur ein interessantes „Nebengleis“, sondern trifft den Kern technischer Handlungen. Die Konsequenzen für den Technikunterricht sind nicht schwer zu entwickeln, aber vermutlich schwer zu implementieren. Wenn etwas konstruiert wird, muss es hergestellt und genutzt werden. Wenn etwas hergestellt wird, muss es genutzt werden. Wenn ein technisches System analysiert wird, muss das System für die Kinder eine „funktionale Bedeutung“ haben, also in seiner Zweckerfüllung erlebt werden. Ein isoliertes Herstellen von Werkstücken wird auch aus diesen Beobachtungen und Überlegungen heraus deutlich infrage gestellt. Die Versuche zeigen, dass im Testarrangement für die Kinder andere Kriterien relevant sind als die Funktion des Gegenstands. Eine Reparatur dient aber genau der Wiederherstellung dieses Zweckes. Wenn von Schülern erwartet wird, dass sie Kriterien für den Erfolg der Reparatur eigenständig entwickeln, müsste der Einstieg über die *Erfahrung der Funktion* des zu reparierenden Gegenstands erfolgen. Im Grunde spricht das Fehlen geeigneter Kriterien in den Testhandlungen für einen Unterricht, der auf dem Prinzip der Ganzheitlichkeit beruht – der Begriff der „Ganzheit“ bezieht sich hier auf den Nutzungszusammenhang des Sachsystems. Wer so weit nicht mitgehen kann, muss sich zumindest bewusst machen, dass er mit dem Herauslösen eines Teilaspektes einer technischen Handlung von Schülern Abstraktionsleistungen verlangt, die den Erfolg der gesamten Lernhandlung in Frage stellen können.

Über diese Diskussion hinaus zeigt die Auswertung der Testhandlungen, dass Kinder des untersuchten Alters in der Lage sind, Tests nach strategischen Gesichtspunkten zu positionieren, dass diese Fähigkeit aber noch nicht ausreichend entwickelt ist. Das Isolieren des zu überprüfenden Sachverhalts und das Eingrenzen der Testbedingungen muss als Entwicklungsfeld von Technikunterricht erkannt werden. Dabei kann auf dem Vermögen der Kinder aufgebaut werden, es muss aber erreicht werden, dass es sich weiterentwickelt, und besonders, dass alle Kinder diese Fähigkeiten entwickeln.

Ein dritter Aspekt schließt sich an: Jede Testsituation stellt eine Zone erhöhter Entscheidungsdichte dar. Es muss entschieden werden, genau an dieser Stelle einen Test durchzuführen, verschiedene Kriterien müssen bewertet und geeignete ausgewählt werden, das Testergebnis muss interpretiert und daraufhin eine Entscheidung für den weiteren Fortgang der Handlung getroffen werden. Dass Tests die häufigste Handlungsstrategie in den Handlungen der Kinder sind, weist auf die zahlreichen Bewertungen und Entscheidungen hin, die im Verlauf einer Problembewältigung geleistet werden. Die Bewertungsvorgänge sind dabei eher selten von außen beobachtbar, sie finden vermutlich teilweise unterhalb der Bewusstseinsschwelle des Handelnden statt, auch wenn rationale Bewertung Bewusstsein voraussetzt. Das zu wissen dürfte für das Verständnis des technischen Handelns nicht nur von Kindern, sondern auch von Erwachsenen von nicht unerheblicher Bedeutung sein.

Erweiterung des Suchraums

Bei vielen Handlungen der Kinder lässt sich beobachten, dass sie an (von außen betrachtet) einfach zu lösenden Problemen zu scheitern drohen. Es war für den Versuchsleiter oft schwer, hier nicht eingreifen zu können. Wären die Kinder einen Schritt zurückgetreten und hätten die Situation aus einer distanzierten Haltung betrachtet, wäre ihnen manch Misserfolg erspart geblieben. Ihnen fehlte die Bereitschaft oder die Fähigkeit, Abstand zu gewinnen, die Handlungssituation zu analysieren, über Alternativen nachzudenken, das Handlungsumfeld in ihre Überlegungen einzubeziehen. Das Handeln mit dem Gegenstand wirkte wie ein Aufmerksamkeitssog, der die Kinder ganz in die Problembewältigung hineinzog.

Neuweg beschreibt Erkenntnisvorgänge als Pendelbewegung zwischen Fokussierung und Distanzierung (vgl. Neuweg 2004, S. 255). Mit der Fokussierung dringt der Erkennende in den Sachverhalt ein und nimmt seine Bestandteile eher diffus-ganzheitlich wahr. Das Erkennen setzt erst dann ein, wenn die diffuse Wahrnehmung in einem Akt der Distanzierung neu betrachtet wird. Dieser Distanzierung widersetzten sich die Kinder aber wiederholt und vehement. Es kann nur vermutet werden, dass aus ihrer Sicht nicht erkennbar war, dass sie das

Problem so besser lösen können. Sie suchten noch zu eng, richteten die Aufmerksamkeit nicht von den Merkmalen des Gegenstands (oder Problems) auf das Ganze, sondern von ihrer Absicht auf den kleinen Ausschnitt, den der Gegenstand und ihre Hände bilden. Um sie auf Hilfen zu lenken, die unmittelbar nahelagen, genügten einfache Hinweise nicht; sie wirkten zu schwach, um die Kinder aus ihrer Versunkenheit zu lösen.

Die didaktische Aufgabe, die aus dieser Beobachtung abgeleitet werden kann, ist lapidar und komplex zugleich: Die Lehrkraft muss im Kind ein Verständnis dafür wecken, dass es durch diese Pendelbewegung aus Fokussierung und Abstand-Nehmen einen Gewinn erzielt. Es muss lernen, wenn es aus der Situation heraus keine neuen Informationen mehr ziehen kann, die Situation selbst neu zu sehen.

Handlungsplanung

Die Versuche zeigen deutlich, dass 9- und 10-jährige Kinder beim technischen Handeln planorientiert vorgehen. Dort, wo sie handlungsbegleitend reden, kann das Aufstellen und Revidieren von Plänen teilweise sogar mitverfolgt werden. Allerdings zeigt die Analyse der präaktionalen Handlungspläne auch, dass sie nicht in der Lage sind, vor der Handlung einen Plan zu entwickeln, der als tragfähig bezeichnet werden kann. Die präaktionalen Pläne enthalten im Wesentlichen eine Bestandsaufnahme des vorhandenen Wissens und eine vage Absichtserklärung, wie das Kind vorhat, in die Problemlösung einzusteigen.

Diese Beobachtung, so wird hier vermutet, lässt sich generell auf das Planen von „Novizen“ in einem Problemfeld verallgemeinern. Sie verfügen weder über Wissen des Problems noch über Erfahrungen im Umgang mit ihm – nichts anderes sagt der Begriff des Novizen aus. Unter dem unzureichend definierten Begriff der Handlungskompetenz müssten Fähigkeiten vermutet werden, sich auch in solchen Situationen durch das Bilden von Analogien, logischen Schlüssen und durch den Einsatz von Heuristiken behelfen zu können.

Die Bedeutung dieser Aussagen für den Technikunterricht erschließt sich aber erst mit einem Blick auf die dort entwickelten Unterrichtsmethoden. Sie sehen vielfach eine Phase präaktionalen Planens vor – und genau dem widersprechen die Ergebnisse dieser Studie.

6.8.2 Zum Aufbau von Wissen im Verlauf der Handlungen

Allerdings sprechen die beobachteten Vorgehensweisen der Kinder sehr dafür, nicht mit einem distanzierten Blick in ein Problem einzusteigen, sondern ihnen zunächst eine handelnde Auseinandersetzung zu ermöglichen. Wenn ein Kind zunächst die Feder der Haarklammer in den Aufnahmen des Bolzens lagern möchte, im Verlauf der Handlung dann aber erkennt,

dass das erstens so nicht vorgesehen ist und zweitens der Bolzen sowohl die beiden Klammerhälften beweglich verbindet als auch die Feder lagert, so ist das ein deutlicher Hinweis darauf, dass Strukturwissen eigenständig erarbeitet wurde. Dazu gehört die Vorstellung von der räumlichen Lage und Passung der Bauteile zueinander und ein erstes Verständnis des Wirkmechanismus´ des Sachsystems. Auch bei der Tanka-Aufgabe kann das gut mitverfolgt werden. Wie viele Freiheitsgrade dessen Montage beinhaltet, zeigte sich erst bei den Handlungen der Kinder. Dort, wo sie die Kordeln bei geöffnetem Gehäuse einlegen wollten, kann die Kordel unter der Feder, über der Feder oder in die Feder eingelegt werden; sie kann zwischen Gehäuse und Deckel eingepresst werden oder durch die Bohrung des Gehäuses geschoben, dann mit der Feder „kombiniert“ und durch die zweite Bohrung wieder herausgeführt werden usw. Solche Wege wurden von den Kindern beschritten, und dass sie am Ende wussten, wie der Tanka montiert werden muss, damit er funktioniert (erfolgreiche Reparaturen: 75%), zeigt, dass sie die Sachstruktur kognitiv erfassten. Wiederholt konnten die Kinder nach den Reparaturen im Gespräch mit dem Versuchsleiter das Zusammenwirken der Bauteile recht genau beschreiben. Dazu demontierten einige von ihnen den Gegenstand und montierten ihn anschließend innerhalb kürzester Zeit wieder – auch das weist auf einen erkennbaren Lerneffekt hin. Diese Beobachtungen legen nahe, Lernhandlungen von Kindern nicht durch vorgeschobene Instruktionsphasen zu bremsen. Lehrkräfte können (und müssen) auf die Lernfähigkeit und –bereitschaft der Kinder vertrauen.

Allerdings können auch Grenzen des rein selbstgesteuert-handelnden Lernens beschrieben werden. So werden in aller Regel nur die Details gelernt, die für die Reparatur notwendig sind, andere Sachverhalte und Zusammenhänge werden ausgeblendet. Ob die Kinder bei der Haarklammer das Zusammenwirken des Bolzens, der Aufnahme und der unter Spannung eingebauten Feder verstanden haben, kann in einigen Fällen bezweifelt werden. Dass mehrere Kinder nach einer Lösung suchten, den Bolzen durch Stauchen oder Spannringe am Herausrutschen zu hindern, legt nahe, dass ihnen dieser Zusammenhang verborgen blieb. Teilweise wurde auch Falsches gelernt, z. B. durch nicht eindeutige Handlungs-Effekt-Verknüpfungen. So trug ein Junge bei der Reifenflick-Aufgabe (nach mehreren erfolglosen „Klebeversuchen“) die Vulkanisierlösung direkt auf den Flicken auf. Anschließend rieb er die Schadstelle am Schlauch sorgfältig mit der Alufolie ab, die er vom Flicken abgezogen hatte. Danach hielt der Flicken zuverlässig, sodass der Junge überzeugt war, dass das Abreiben des Schlauchs mit Alufolie den Klebeprozess verbessert. Dass die Reparatur aber nur deshalb gelang, weil er für das Abreiben mehrere Minuten gebraucht hatte, sodass die Vulkanisierflüssigkeit in der Zwischenzeit das Gummi anlösen konnte, blieb ihm verborgen. Es

können mehrere vergleichbare Fehlleistungen gezeigt werden, die sich nicht auf die Qualität der Reparatur auswirken, auf die Lernergebnisse aber sehr wohl.

Löst man die Diskussion an dieser Stelle von der technischen Handlung und blickt auf Lernprozesse, so wird deutlich, dass in der Kombination des probehandelnden Zugangs mit strukturierenden und ergänzenden Unterrichtsgesprächen korrekte und strukturierte Vorstellungen der Wirklichkeit sicher aufgebaut werden können. Unterrichtsgespräche bieten den Vorteil, dass die in der Handlung aufgebauten Wissensstrukturen expliziert werden und damit zum Gegenstand der Betrachtung werden– immer in den Grenzen dessen, was die Lerngruppe auch entwicklungsbedingt leisten kann. Das gilt nicht nur für den Aufbau von Wissen über Sachstrukturen, sondern auch zu Verfahrensweisen. Die gravierendste Lücke im Handeln der Kinder ist vermutlich die fehlende Einsicht in die Zweckhaftigkeit der Gegenstände. Zweck eines Tankas ist nicht, dass er als geschlossener Körper auf einer Kordel verschoben werden kann; Zweck einer Haarklammer ist nicht, dass sie lose im Haar hängen bleibt. Hier wird die Notwendigkeit einer Thematisierung technischer Sachverhalte deutlich, die weit über Reparaturen hinausführt, weil sie einen Kernbereich von Technik betrifft. Eine Vorgehensweise, die nicht dem Zweck dient, bleibt im technischen Sinn nutzlos – das sollte in der unterrichtlichen Reflexion einer Handlung deutlich werden.

Ein eigenständig-handelndes Eintauchen in die in den Aufgaben steckenden Probleme, das zeigen die Versuche, ermöglicht den Kindern nicht nur einen individuellen Zugang, sondern „öffnet“ ihre Bereitschaft, sich Hilfe einzuholen bzw. sich belehren zu lassen. Nach den Versuchen entwickelten sich nicht selten kleine „Fachgespräche“ zwischen Kind und Versuchsleiter, bei denen die Kinder sehr aufmerksam Erklärungen folgten. Das deckt sich mit Beinbrechs Untersuchungsergebnissen, die bei großer Selbststeuerung des Lernprozesses eine größere Bereitschaft, Hilfen von außen anzunehmen, nachweisen konnte (Beinbrech 2003a, S. 126 f.).

Einer Lehrkraft bleiben Einblicke in solche Zusammenhänge verwehrt, wenn sie die Gelegenheit nicht sucht, sie durch Beobachtung zu entdecken. Sie muss zunächst Fehlwege zulassen, um überhaupt erkennen zu können, welche anderen Deutungen von Wirklichkeit möglich sind und welche die Schüler in Form impliziten Wissens mitbringen. Hier ist die Bedeutung der Handlungsdiagnostik angesprochen, die unten ausgeführt wird.

6.8.3 Erkennbare Einflüsse der Techniksozialisation

Die Kinder verhielten sich in den Versuchen, bis auf ganz wenige Ausnahmen, überaus motiviert und interessiert, sie arbeiteten ausdauernd, ideenreich und zielstrebig. Der Versuchsleiter hatte immer die Qual der Auswahl, weil viele Kinder unbedingt teilnehmen wollten. Obwohl sie von ihren Klassenkameraden gehört hatten, dass die Aufgaben teilweise schwierig sind, wollte nur ein Junge in allen drei Gruppen, aus denen die Probanden stammen, wiederholt nicht mitmachen. Nach den Versuchen fragte der Versuchsleiter einige Kinder, wie sie die Aufgaben empfunden hätten. Interessant, leicht, schwierig, spannend, anstrengend – das waren die üblichen Antworten, selbst in den Fällen, in denen die Kinder Misserfolge hinnehmen mussten. Ob sie noch einmal etwas reparieren dürften, ob es noch weitere Aufgaben gäbe, waren häufig gestellte Fragen.

Dies steht in deutlichem Kontrast zu dem Interesse, das Jugendliche am Ende ihrer Schulzeit für technische Berufe zeigen. Besonders das weitgehende Desinteresse von Mädchen ist hinreichend bekannt und bereitet Industrie und Gewerbe zunehmend Probleme[115]. Im „Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften“ wird aus einer Studie berichtet, an der über 3000 Schülerinnen und Schüler (Klassenstufen 7-13) teilnahmen (vgl. acatech und VDI 2009, S. 15 f.). Etwa ein Drittel der Befragten geben an, ihre Eltern würden ihr Interesse an Technik stark fördern, ein Drittel fühlt sich darin eher weniger gefördert, etwa 7 Prozent interessieren sich überhaupt nicht für Technik (a. a. O., S. 27 ff.). Das bedeutet, dass zwei Drittel der befragten Jugendlichen keine oder nur geringe Anregungen durch das Elternhaus erhalten, sich mit Technik auseinanderzusetzen. Nur etwa 30 Prozent der Befragten besucht in der Schule Technikunterricht. Das Interesse der Mädchen an Technik bewegt sich ausnahmslos im Bereich „eher gering“ (a. a. O., S. 34).

Es muss also Einflüsse auf Kinder und Jugendliche geben, die aus begeistertem Interesse am Ende der Grundschulzeit (unter der Annahme, dass die Einstellung der Kinder in der vorliegenden Untersuchung repräsentativ ist) bis zur achten Klasse Desinteresse werden lässt. Diese Einflüsse müssen an anderer Stelle geklärt werden – hier kann nur festgehalten werden, dass alle Kinder, auch die Mädchen, die Herausforderungen der Versuchsaufgaben sehr schätzten. Weder in ihrer Motivation noch in ihrem Handlungserfolg zeigten sich geschlechtstypische Einflüsse der Techniksozialisation. Technikunterricht kann auf diesem Interesse aufbauen, und es kann vermutet werden, dass Schülerinnen und Schüler, die sich im

[115] Zur Zuschreibung von Geschlechterstereotypen gerade in Zusammenhängen, in denen Kreativität eine Rolle spielt: Kämmerer (2000). Studien zu Geschlechtsstereotypen besonders im IT-Bereich stellt Winker (2002) vor.

Technikunterricht als gestaltungsfähig und wirksam erfahren, eine positive Einstellung technischen Sachverhalten gegenüber bewahren werden. Hier sei noch einmal an die Untersuchungen von Fuhrer et al. erinnert, die die Bedeutung „persönlicher Dinge“ gerade in der Adoleszenz hervorheben. Ein Technikunterricht, der die Funktion des technischen Handelns für die Identitätsbildung beachtet, könnte demnach mit deutlichem „Rückenwind“ arbeiten.

Die Daten der Stichprobe zeigen, dass die Minderheit der Kinder Technik achtlos gegenübersteht. Die Mehrheit bemüht sich um einen „guten“ Umgang und erlebt sich immer wieder als gestaltungsfähig. Der deutliche Zusammenhang zwischen familiärem Vorbild und persönlichem Technikstil der Kinder bereits in der untersuchten Altersgruppe hebt die Notwendigkeit einer Wahrung und Förderung der beeindruckenden Fähigkeiten hervor, die bei den Versuchen zu beobachten waren. Dies kann nur im Rahmen der allgemeinbildenden Schulen so geschehen, dass die Fähigkeiten aller Kinder gefördert werden.

7 Folgerungen für die Technische Bildung

Im technischen Handeln entsteht ein Sinnzusammenhang zwischen der handelnden Person, den Mitteln, die sie nutzt und dem Handlungsumfeld, das aus Personen, sozialen Systemen, der dinglichen und natürlichen Umwelt besteht. Der Handelnde erkennt einen Teil seiner Fähigkeiten in den Effekten, die er erzeugt und in den Rückmeldungen, die er erfährt: Er erkennt seine Wirksamkeit, seine personalen und sozialen Eigenheiten, Entwicklungen, die er bereits durchlaufen ist und solche, die als Aufgabe noch vor ihm liegen. Das Thema des technischen Handelns führt damit in den Kernbereich Technischer Bildung hinein.

In drei Feldern werden in Anbetracht der Ergebnisse dieser Untersuchung der dringendste Handlungsbedarf, aber auch konkrete Möglichkeiten gesehen: Erstens in einer stärkeren Berücksichtigung des technischen Handelns im Technikunterricht, wobei darunter nicht nur das Entwickeln und Herstellen von Gegenständen zu verstehen ist. Zweitens in einer Weiterentwicklung der Unterrichtsmethoden des Faches und drittens in einer (Neu-) Ausrichtung des didaktischen Blicks auf das Handeln von Schülerinnen und Schülern.

7.1 Technisches Handeln als Gegenstand von Technikunterricht

Im Technikunterricht wird dem Handeln zweifelsohne ein großer Stellenwert zugeschrieben; sowohl die curricularen Konzeptionen als auch die vorgeschlagenen Zugänge in Schulbüchern und didaktischen Periodika zeigen das deutlich. Gleichwohl ist eine gewisse Skepsis angebracht, inwiefern ein Unterrichtsgegenstand angemessen berücksichtigt werden kann, der bisher so wenig ausgearbeitet ist. Mithilfe der Studie zum Methodenrepertoire von Bleher (2001) können Rückschlüsse darauf gezogen werden, welche Aspekte technischen Handelns bisher im Unterricht bevorzugt Berücksichtigung finden.

7.1.1 Technisches Handeln im Unterricht: Zum Status Quo

Bleher erforschte an Hauptschulen in Baden-Württemberg unter anderem, inwiefern Techniklehrkräfte die Methoden des Faches kennen. Dazu untersuchte er, ob sie den Bezeichnungen der Methoden Ziele und typische Merkmale zuordnen können, und er erfragte, welche Methoden sie im Unterricht einsetzen.

Zum einen dominieren im Technikunterricht der befragten Lehrpersonen[116] einige wenige Methoden, Bleher spricht von einer „Dominanz der Unterrichtsmethoden ‚Lehrgang, Ferti-

[116] n=211, Anteil an Lehrerinnen knapp 8%.

gungsaufgabe und Konstruktionsaufgabe'" (a. a. O., S. 270). In einem freien Item nach ihren bevorzugt verfolgten Zielen befragt, nennen die Befragten auf den ersten zehn Positionen:

Nr.	Im Technikunterricht angestrebte Ziele	Häufigkeit der Nennungen	Anteile in Prozent
1	Werkzeuge/Maschinen etc. sachgerecht handhaben	121	18,82
2	Erfahrungen mit verschiedenen Werkstoffen sammeln	69	10,73
3	Problemlösungsfähigkeit fördern	45	7,00
4	Selbständiges Arbeiten fördern	42	6,53
5	Technikverständnis fördern	40	6,22
6	Elementare Sachkenntnisse erwerben	39	6,07
7	Berufswahlvorbereitung	32	4,98
8	Lehrplan umsetzen	22	3,42
9	Genaues, sorgfältiges Arbeiten	17	2,64
10	Technische Objekte planen und konstruieren	15	2,33

Tabelle 22: Häufigkeit der im Technikunterricht angestrebten Ziele (in: Bleher 2001, S. 222)

Direkt auf Handlungen bezogen sind die Positionen 1 bis 4, 9 und 10. Bei den anderen Zielen hängt es stark von der inhaltlichen Ausrichtung und der methodischen Umsetzung ab, ob dort technisches Handeln selbst gemeint ist. Position 1 bezieht sich direkt auf das Nachahmen „normierter" Verfahrensweisen, Position 9 wird vermutlich auch dort anzusiedeln sein. Das Ziel „Erfahrungen mit verschiedenen Werkstoffen sammeln" (Pos. 2) lässt sich schwer zuordnen, weil darunter ein erprobendes Vorgehen genauso vorstellbar ist wie ein angeleitetes. Zusammengenommen ergibt sich mit etwas über 21% der Nennungen ein deutlicher Schwerpunkt im Bereich des regelorientierten Vorgehens nach Anleitung.

Zwei weitere Ergebnisse aus der Studie ergänzen dieses Bild. Wieder in einem freien Item konnten die Lehrpersonen weitere Ziele nennen, die sie für den Technikunterricht für wichtig halten; gleichzeitig sollten sie deren Grad an Bedeutsamkeit einstufen. Die häufigsten Nennungen und die stärksten Bewertungen erhielten zwei Zielgruppen: Zum einen die „Förderung der Problemlösefähigkeit", zum anderen „Sachgerechter und sicherheitsbewusster Umgang mit Materialien, Werkzeugen und Maschinen" bzw. „Saubere Verarbeitung der Schülerwerkstücke" (a. a. O., S. 273).

Außerdem wurde danach gefragt, wie sich die Fachkompetenz der Schüler fördern ließe. Die folgende Tabelle zeigt die ersten 20 Positionen:

Nr.	Vorschläge zur Förderung der Fachkompetenz von Schülern im Technikunterricht	Häufigkeit der Nennungen
1	Grundlegende handwerkliche Fertigkeiten einüben	54
2	Fachwissen vermitteln	21
3	Werkstoffkunde, Werkzeugkunde verstärken	15
4	Fertigungsverfahren vermitteln	11
5	Betriebsbesichtigungen/-erkundungen und Lerngänge durchführen	9
6	Qualifizierte Techniklehrer einsetzen	5
7	Experten im Unterricht (z.B. aus Handwerk u. Industrie) einsetzen	5
8	Bildungsplan erfüllen	5
9	Technisches Zeichnen verstärkt vermitteln	4
10	Lehrgänge mit Schülern durchführen	4
11	Fachräume adäquat ausstatten	3
12	Vielfältige Materialerfahrungen sammeln	3
13	Mehr Lehrerfortbildung durchführen	3
14	Schüler sollen technisches Wissen selbständig erarbeiten	3
15	Mehr Technikstunden, vor allem in Klasse 5 und 6, abhalten	3
16	Verständnis für moderne Technik fördern	2
17	Erfahrungsaustausch der Lerngruppen ermöglichen	2
18	Normorientiertes Konstruieren und Herstellen durchführen	2
19	Einfache, klare und lösbare Aufgaben stellen	2
20	Problemlösefähigkeit fördern	2
21	Kleinere Lerngruppen bilden	2
22	Üben	2

Tabelle 23: Vorschläge zur Förderung der Fachkompetenz im Technikunterricht (in: Bleher 2001, S. 240 f.)

Es lässt sich ein Schwerpunkt im Bereich der Fertigungstechniken und des technischen Sach- bzw. Regelwissens erkennen (Pos. 1 bis 4, 10, 14, 18; insgesamt: 110 von 162 Nennungen). Bleher gelangt zu folgendem Resümee: „Die Dominanz der Unterrichtsmethoden ‚Lehrgang, Fertigungsaufgabe und Konstruktionsaufgabe' bzw. einzelner methodischer Elemente davon [weist] auf einen einseitigen Gebrauch jener Unterrichtsmethoden hin, welche auf die Herstellung von Produkten abzielen." (Bleher 2001, S. 270 f.) Ergänzend lassen seine Daten vermuten, dass die Schüler zumindest im Technikunterricht der untersuchten Stichprobe technisches Handeln zu einem nicht unerheblichen Teil aus der Perspektive des Nachmachens und des Handelns nach vorgegebenen Regeln kennenlernen. Schlagenhaufs Einschätzung (Schlagenhauf 2013), dass durch diese methodische Engführung wesentliche inhaltliche Bereiche der Technik ausgeblendet werden, muss auf das technische Handeln erweitert werden. Es werden bestimmte Formen technischen Handelns entwickelt, andere dagegen ausgeblendet. Es scheint deutliches Entwicklungspotential in Richtung einer unterrichtlichen Realisierung dessen zu geben, was bei Ropohl als „soziotechnische Integration" benannt wird – die setzt nämlich eine eigenständig agierende Person voraus.

Auf der anderen Seite, und das sollte auf keinen Fall übersehen werden, ist Technikunterricht wenigstens in der Lage, auf einem soliden Grundstock aufbauen zu können, denn Blehers Zahlen bieten auch deutliche Hinweise darauf, dass problemlösendes Handeln einen erkenn-

baren Stellenwert genießt. Ein Blick auf die Situation in anderen Fächern zeigt, dass hier ein generelles Problem von Unterricht angesprochen ist. Beispielsweise werten Helmke et al. Daten aus der DESI-Studie aus und stellen für den Sprachunterricht in den Fächern Englisch und Deutsch fest, dass dort gerade einmal 5% der Schüler maximal einmal im Jahr *selber Lerninhalte auswählen dürfen*, nur etwa 3% können ein paar Mal pro Monat *eigene Aufgaben entwickeln und bearbeiten* (vgl. Helmke et al. 2008). Hier ist der Technikunterricht deutlich besser positioniert.

Trotzdem bleibt die Frage bestehen, was dafür getan werden kann, dass er den Facettenreichtum technischen Handelns besser abbildet. Der erste Vorschlag lautet, technisches Handeln nicht nur als Form von Schülertätigkeit, sondern als Gegenstand von Technikunterricht zu verstehen.

7.1.2 Das Modell technischen Handelns als Suchfeld von Unterrichtsinhalten und -themen

Sachs schlägt vor, bei der Suche nach Inhalten des Technikunterrichts von menschlichen Bedürfnissen auszugehen[117]. An diesen Ansatz der „Problem- und Handlungsfelder“ soll hier angeknüpft werden. Der Diskurs um Inhalte technischer Bildung auf den elften und zwölften Tagungen der DGTB zeigt die Probleme, „komplexe, übergeordnete Sachgesamtheiten“ (Bienhaus 1995, S. 129) nicht nur zu identifizieren, sondern auch so in Beziehung zu setzen, dass daraus eine Struktur von Inhalten des Technikunterrichts entsteht. Und eine weitere Schwierigkeit: Es leuchtet ein, dass mit einer inhaltlichen Auswahl, so entscheidend sie ist, keine Rahmenbedingungen für die Festlegung von Unterrichtszielen geschaffen sind[118]. Um das leisten zu können, entwickelt er eine Taxonomie von Richtzielen des Technikunterrichts, in der technikbezogene Fähigkeiten und Fertigkeiten, technische Sachverhalte und Strukturzusammenhänge, Bedeutungs- und Bewertungszusammenhänge und Orientierungen bezüglich technischer Berufe unterschieden werden (zuletzt in Sachs 2005). Schmayl weist dieser

[117] Dass sein Ansatz dies nicht leiste, wird regelmäßig kritisiert. Dabei wird übersehen, dass er das gar nicht leisten sollte. Sachs verweist darauf, dass technikwissenschaftliche Strukturierungen erstens nicht existieren und zweitens auch nicht als inhaltlicher Ordnungsrahmen für allgemeinbildenden Technikunterricht geeignet wären, da Schule und Wissenschaft von unterschiedlichen Zielsetzungen ausgehen. Die Problem- und Handlungsfelder können dazu dienen, Inhalte zu identifizieren, um ihren Bildungsgehalt anschließend zu entwickeln. Dazu muss die Ebene menschlicher Bedürfnisse erweitert werden um die Bedingungen und Voraussetzungen, die wesentliche Einflüsse auf die tatsächlichen Formen technischer Verwirklichungen ausüben.

[118] Es darf vorausgesetzt werden, dass das „Berliner Modell“ von Heimann, Otto und Schulz bekannt ist, insbesondere die Differenzierung der Entscheidungsfelder von Unterrichtsplanung (Heimann et al. 1965).

Richtzieltaxonomie die Funktion einer „zusätzliche[n] Inhaltsstruktur“ zu[119] (Schmayl 2013, S. 193). Im Kontext unterrichtsplanerischer Entscheidungen bietet sie vor allem eine Hilfe, die Vielfältigkeit des technischen Gegenstandsbereiches zu strukturieren.

Betrachtet man das Modell der Problem- und Handlungsfelder genauer, so kann auch hier das allgemeine Modell technischer Handlungen verortet werden:

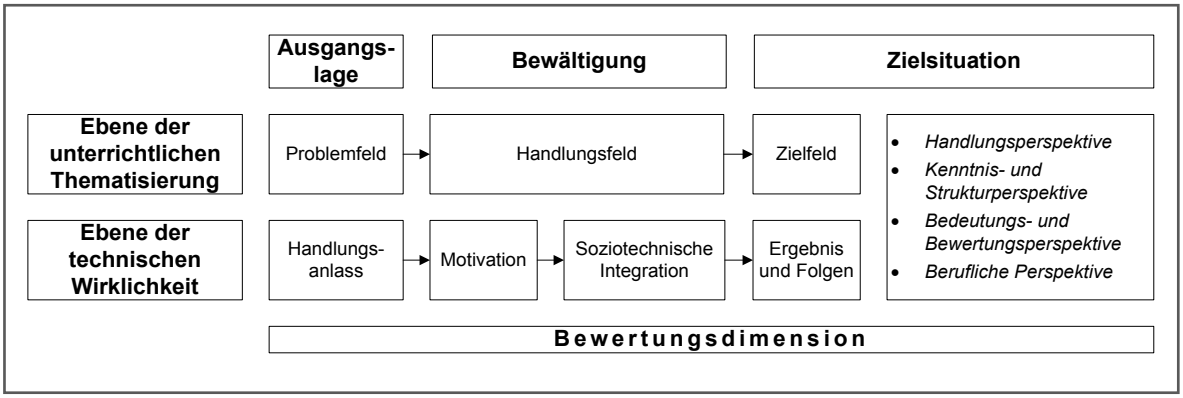


Abbildung 73: Vergleich der Problem- und Handlungsfelder mit dem allgemeinen Modell technischer Handlungen

Ausgangslage einer technischen Handlung und auch einer unterrichtlichen Auseinandersetzung ist ein Bedarf bzw. eine Problemlage. Von hier aus wird ein Ziel konkretisiert, auf das die Handlung ausgerichtet wird. Bewertungen werden im Verlauf der gesamten Handlung getroffen und beziehen sich auf Einzelaspekte oder auf das gesamte Umfeld der Handlung. Die Handlung zeigt eine Abfolge von Entscheidungen, die Kompromisse zwischen der eigenen Absicht und den Einflüssen aus der Umwelt darstellen.

Nun existiert hier eine Parallelität zwischen technischem Handeln und Lernen, die nutzbar gemacht werden kann. Technik entsteht handelnd, Lernen wird handelnd vollzogen. Wird im Unterricht Handeln auf einer der beiden Ebenen analysiert, kann damit auch die andere thematisiert werden. Wenn beispielsweise im Rahmen einer Fertigungsaufgabe (Unterricht) recherchiert wird, wie Fertigungen in der betrieblichen Realität organisiert und verwirklicht werden (technische Wirklichkeit), helfen die Erfahrungen der Schüler aus dem Unterricht, Fragen an die „reale Welt“ zu stellen. Die Erkenntnisse, die sie in der Auseinandersetzung damit gewinnen, helfen ihnen anschließend, ihr Vorgehen im Unterricht besser umzusetzen (Handlungsperspektive), gedanklich besser fassen zu können (Kenntnis- und Strukturperspektive), Bewertungen innerhalb ihrer Fertigung reflektiert durchführen zu können, Folgen ihres Tuns besser abschätzen zu können und besser zu verstehen, wie technische Prozesse

[119] Schmayl listet folgende auf: Handlungsformen, Sachdisziplinen, Bedeutungs- und Beurteilungszusammenhänge, Merkmale, Anforderungen und Aussichten technischer Berufe (Schmayl 2013, S. 193)

und gesellschaftliche Realität verwoben sind (Sinn- und Bewertungsperspektive). Und sie erhalten Einblicke in Unterschiede zwischen ihrer Vorgehensweise und der in beruflichen Zusammenhängen (Perspektive der vorberuflichen Orientierung).

Dabei werden Lernfortschritte auf zwei Ebenen angestrebt. Erstens hilft eine Hinterfragung der Art und Weise, wie gehandelt wird, das eigene Handeln zu verbessern. Lehrgänge beispielsweise bauen darauf auf, dass mit ihm nicht nur Fertigkeiten eingeübt werden, sondern dass Einsicht in Gründe für das Vorgehen entsteht. Ein Beispiel dafür ist das Instruktionsmodell der Cognitive Apprenticeship[120] (vgl. Reinmann und Mandl 2006). Es beginnt mit einem Durchgang, bei dem die Lehrkraft das zu Lernende demonstriert und, parallel dazu, verbal beschreibt (modelling). Es schließen sich Phasen der eigenständigen Übung an (coaching and scaffolding), bei denen sich die Lehrperson immer stärker aus der vermittelnden Rolle zurückzieht (fading out). Am Ende des Lernprozesses, der durch Gespräche über verschiedene Problemlösestrategien begleitet ist (articulation), wird eine im Vergleich der unterschiedlichen Erfahrungen gebildete Konzeptbildung angestrebt (reflection).

Zweitens wird mit dem Blick auf das technische Handeln eine wesentliche Dimension von Technik aufgezeigt. Die Zielperspektive des Unterrichts liegt nicht nur in der Bewältigung eines singulären Problems, sondern in einem Erfassen wesenhafter Merkmale.

Was hier abstrakt formuliert ist, kann mit einem Blick auf das allgemeine Modell technischen Handelns konkretisiert werden:

[120] Apprenticeship= Ausbildung, Lehre. Dieses Lehr- und Lernmodell entspricht dem Ideal vieler Lehrerinnen und Lehrer, mit denen der Autor über Unterricht diskutieren konnte. Sie vertraten oft die Ansicht, dass gerade solche Methoden geeignet seien, Selbstständigkeit bei den Schülern zu fördern. Die Argumentation folgt dabei der Figur, dass durch das Einüben der korrekten Vorgehensweise die Schüler in die Lage versetzt werden, Probleme eigenständig und erfolgreich bewältigen zu können.

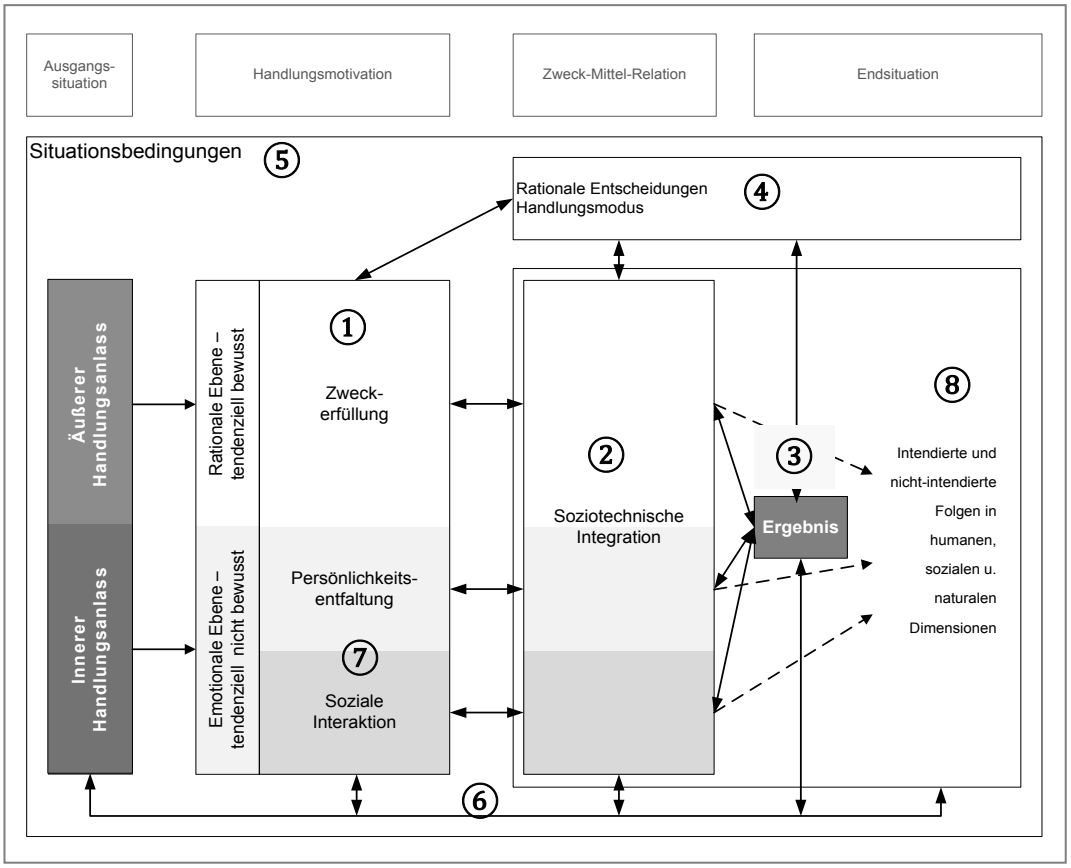


Abbildung 74: Das Handlungsmodell als Suchmatrix für Unterrichtsinhalte

Beispielhaft wird der Bereich der Instandhaltung betrachtet, da aus ihm die Aufgabenstellungen der Handlungsbeobachtungen stammen und dadurch ein Einblick in Fragestellungen erleichtert wird, die im Zusammenhang von Unterricht entstehen können.

Eine Reparatur dient dem Zweck, ein Sachsystem wieder nutzen zu können (1-3) [121]. Welche anderen Formen des Umgangs mit defekten Gegenständen gibt es (1)? Welche Folgen hat das jeweils und wer ist davon betroffen (8)? Unter welchen Bedingungen werden Gegenstände üblicherweise repariert, wann werden sie ent“sorgt“ (4, 5 und 8)? Welche Unterschiede gibt es bei Reparaturhandlungen, wenn man das Vorgehen der Lerngruppe mit der eines Fachmanns vergleicht (1-6, 8)? Wann ist es geboten, eine Reparatur nicht selbst auszuführen, sondern einem Fachbetrieb zu übergeben (5 und 6)? Geht der Fachmann beim Reparieren eines Lackschadens am Auto anders vor als beim Reparieren der Bremsanlage (1-6, 8)? Weshalb reparieren wir manchmal Dinge, obwohl die Reparatur teurer ist als eine Neuanschaffung (7 und 8)?

Es öffnet sich eine Fülle an Aspekten, die nicht nur einfach interessant sind, sondern ohne die wesentliche soziotechnische Zusammenhänge nicht verstanden werden können. Wozu

[121] Die Ziffern stehen für die nummerierten Aspekte in Abbildung 74.

dient der bei den Eltern so unbeliebte TÜV? Weshalb liegt jedem Gerät eine Bedienungsanleitung bei? Welche Angaben enthält sie und warum ist das so? Welche Argumente sprechen dafür, Software auf dem PC regelmäßig zu aktualisieren, welche sprechen dagegen? Weshalb sind Drucker so günstig, und welche Folgekosten entstehen mit ihrer Nutzung? Weshalb stellen Drucker nach einer gewissen Zeit ohne erkennbare Vorzeichen den Dienst ein? Nachdem Drucker Maschinen sind und keinen eigenen Willen haben: *Wer* stellt deren Dienst ein? Wie wird das technisch realisiert und wie kann man die Funktionsfähigkeit wieder herstellen? Welche gesellschaftlichen Folgen kann es haben, wenn das nur Wenige wissen, wenn es also „Expertenwissen" bleibt? Und: Wie kann das verhindert werden?

Gerade die Bedeutung gesellschaftlicher Entscheidungsfindungen (Aspekte 4-6 auf der Ebene der Meso- und Makrosysteme), auch Methoden, wie solche Prozesse zweckmäßig organisiert werden können (vgl. Renn et al. 2007), sollten in Zeiten, in denen technische Entwicklungen irreversible Folgen haben können, keine fakultativen Themen sein.

Das allgemeine Modell technischen Handelns kann als Suchmatrix genutzt werden, den Blick innerhalb einer Unterrichtsplanung nicht nur zu öffnen, sondern auch zu systematisieren. Wie wichtig das ist, zeigt wiederum Blehers Studie. Das Nutzen technischer Gegenstände taucht demnach im Unterricht überwiegend im Kontext des sicheren und sachgemäßen Verwendens von Werkzeugen und Maschinen auf. Methoden, mit denen das soziotechnische Integrieren von Gegenständen thematisiert werden könnte, werden selten eingesetzt (Produktanalyse, Technikstudie; vgl. Bleher 2001, S. 269–271) oder sind noch nicht entwickelt (Nutzungsaufgabe).

Gerade aktuelle soziotechnische Problembereiche gehen dadurch der unterrichtlichen Reflexion verloren. Das betrifft oft Sachverhalte, denen Kinder und Jugendliche in ihrem Alltag nicht entgehen können, woraus eigentlich ein gewisser Anspruch an allgemeinbildenden Technikunterricht entsteht, diese zu thematisieren. Der Journalist Scheuermann beschreibt anschaulich, was die Allgegenwart von Social Networks bei ihm geändert hat: „Allmählich begann sich etwas zwischen mir und meinen Freunden zu verschieben. Wir wurden ungeduldiger, unkonzentrierter miteinander, wenn wir uns sahen, vielleicht in der Befürchtung, etwas zu verpassen, was parallel im Internet passiert. Wir stellten einander weniger Fragen, denn unsere Leben synchronisierten sich ja online. Noch ein Effizienzgewinn. Ich frage mich, was wir mit der gesparten Zeit gemacht haben." (Scheuermann 2013) Dies ist die reflektierte Sicht eines Erwachsenen. Ob Jugendliche ähnlich empfinden, müsste untersucht werden. Technikunterricht sollte solche Inhalte jedoch nicht aussparen. Wenn er sie auf-

greift, bedeutet das keine Unterwerfung unter tagesaktuelle Zufälligkeiten. Unterricht soll sich gerade nicht dem Diktat wirtschaftlicher Interessen unterwerfen, indem er sich (aus einem vermeintlichen Sachzwang heraus) bestimmte Inhalte vorschreiben lässt. Lehrkräfte können aber sehr wohl aktuelle, gesellschaftlich relevante Entwicklungen aufgreifen und an ihnen bildungsbedeutsames Lernen in Gang setzen.

Am Beispiel der allgegenwärtigen Erreichbarkeit, die Scheuermann anspricht: Welche Funktionen sind in einem Smartphone vereinigt? Können die Jugendlichen darunter Hauptfunktionen bestimmen? Welche Geräte mit vergleichbarem Funktionsumfang sind erhältlich und wie viel kosten sie? Was kostet die Nutzung laut Werbung eines Anbieters, und welche Kosten laufen tatsächlich auf? Weshalb sind wir bereit, so viel Geld für diese Funktionen auszugeben? Gibt es andere Gegenstände, die für uns eine ähnliche Bedeutung haben? Wer wäre bereit, für ein Kopfkissen, auf dem er immerhin jede Nacht schläft, 400€ auszugeben? Was ändert sich in den Beziehungen der Menschen, wenn sie Gespräche nicht mehr führen können, ohne nebenher auf das Handy zu schauen oder es zu bedienen? Wie verliefe ein Bewerbungsgespräch, bei dem das passiert? Weshalb tun sich ältere Generationen so schwer, die Gegenwart von Handys zu akzeptieren? Gab es in deren Jugendzeit technische Entwicklungen, hinter denen ihre Elterngeneration vergleichbare Gefahren sahen? Und: Wie haben sich diese Entwicklungen ausgewirkt? Wo haben die Mahner recht behalten, wo die Befürworter?

In jedem der Handlungsbereiche Technikentstehung, Technikverteilung, Technikverwendung und Technikauflösung sind solche Fragestellungen verborgen, die nicht nur entdeckt werden könnten, sondern auch sollten. Vor allem muss gefragt werden: Wenn es nicht im Technikunterricht geschieht, welches der Schulfächer greift sie dann auf? Welches Fach kann es so tun, dass sich die Fragestellungen aus der handelnden Beschäftigung der Schüler mit einem konkreten Unterrichtsgegenstand ergeben?

Die in diesem Vorschlag steckende Gefahr, inhaltlich ausgerichtetes Lernen durch formales zu ersetzen, sollte nicht übersehen werden. Die weitgehend gescheiterten Versuche, Methoden zum Gegenstand von Unterricht zu machen, aber auch das inhaltsentleerte Einüben von Kompetenzen zeigen die Probleme auf[122]. Der Bogen wäre überspannt, würde in Form von Metaanalysen auf technische Handlungen geblickt, wo sich dies nicht unmittelbar aufdrängt. Daher wird hier für ein Einbinden einer Handlungsanalyse in inhaltliche Auseinandersetzungen plädiert, sodass die Sinnzusammenhänge, die zu bestimmten technischen Verwirkli-

[122] Dazu: Schlagenhauf (2011), Schmayl (2013, S. 28–51), Bienhaus (2002), darin Sachs (2002a), Schlagenhauf (2002), Schmayl (2002) und Wiesmüller (2002).

chungen führen, herausgearbeitet werden können. Wird als Ausgangspunkt von Unterricht ein menschliches Grundbedürfnis gewählt und nicht ein isolierter technischer Sachverhalt, ergibt sich das fast von selbst.

7.2 Unterrichtsmethoden als Modelle technischen Handelns

Unterrichtsmethoden haben in erster Linie die Aufgabe, den Bildungsprozess zu fördern. Sie sollen nicht einfach nur die Beschäftigung von Schülern mit einem Unterrichtsgegenstand in einen zeitlichen Ablauf bringen, sondern dienen dazu, eine möglichst fruchtbare Auseinandersetzung zu ermöglichen. Da Bildung die Beschäftigung des Lernenden mit dem Lerngegenstand voraussetzt, beinhaltet ein Lernweg immer auch Konfrontation, Auseinandersetzung, Widerständigkeit, Umwege. Der Weg, den eine Methode weist, sollte also kein reibungsloser Durchgang sein, er muss Kollisionen enthalten, die den Lernenden trotzdem zum Ziel führen. Roth nennt als „Geheimnis und Prinzip allen Methodischen", dass es den Lerngegenstand in seinen *Werdensprozess* auflöst (Roth 1999, S. 157). Dies kann nur gelingen, wenn die im Anlass und im Werdensprozess enthaltenen Interessen und Entscheidungskonflikte erfahrbar gemacht werden. Damit verknüpft Roth die inhaltliche und intentionale didaktische Entscheidung eng mit dem Lernweg.

Unterrichtsmethoden[123] stellen auf zwei Ebenen Handlungsmodelle dar. Sie sind zunächst Hilfen bei der Planungsarbeit der Lehrkraft, leiten also deren *Planungshandeln*. Sie strukturieren zweitens die *Handlungen der Schüler*, indem sie auf einem „gepfadeten" Weg durch ihre Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand geführt werden. Es wird letztlich angestrebt, dass sie die Grundstruktur einer Methode so einüben, dass sie sie eigenständig abrufen und auf neue Fälle übertragen können.

Die Methoden des Technikunterrichts sind zu einem großen Teil an den Handlungsbereichen ausgerichtet, wie sie oben dargestellt wurden: Konstruktionsaufgabe, Fertigungsaufgabe, Lehrgang und Projekt führen die Schüler durch den Prozess der Technikgenese, die Warentest-Aufgabe als Variante einer technischen Analyse und die Instandsetzungsaufgabe thematisieren Aspekte der Nutzung, die Recyclingaufgabe die Auflösung von Technik. Fallstudie und Planspiel können auf alle Handlungsbereiche ausgerichtet werden. Wenn sich auch die Zielsetzungen, unter denen die Methoden des Technikunterrichts eingesetzt werden, nicht darin erschöpfen, so bilden sie doch technische Handlungen ab. Es stellt sich die Frage, wel-

[123] Der Begriff der Methode ist in der Technikdidaktik durchaus umstritten. Wessels spricht von „Bildungsformen", Wilkening und Sachs von „Unterrichtsverfahren", Schmayl dagegen von „methodischen Grundformen" (vgl. Binder 2013a).

ches Verständnis einer Handlung dort zugrunde gelegt wird.

7.2.1 Das Handlungsschema der Methoden des Technikunterrichtes

Oben wurde die historische Entwicklung der Methoden des Faches Technik, insbesondere die modellhafte Vorstellung eines Problemlöseprozesses, das ihnen zugrunde liegt, aufgezeigt. Dass dies letztlich bis heute Bestand hat, soll beispielhaft an „Methoden des Technikunterrichts“ von Henseler und Höpken (1996) analysiert werden[124]. Diese Publikation wurde ausgewählt, weil das Schema dort besonders deutlich zu erkennen ist. Vorausgeschickt seien drei Hinweise: Erstens wird hier nur ein Aspekt herausgegriffen. Die anderen dort vorkommenden, etwa die Darstellung zur Verbindung der planerischen Entscheidungsfelder, die die Autoren bieten, werden ausgeblendet. Zweitens ist das gewählte Beispiel mittlerweile selbst fast zwanzig Jahre alt, sodass genügend Raum für neue Ansätze vorhanden gewesen wäre. Und drittens verweisen Henseler und Höpken ausdrücklich darauf, dass die skizzierte Reihenfolge nie als starre Anleitung verstanden werden dürfe, sondern dass immer die situativen Besonderheiten des konkreten Unterrichts berücksichtigt werden müssen. Gleichwohl bildet der vorgeschlagene Weg eine Idealvorstellung des Ablaufs der jeweiligen Lernhandlung ab.

Einen Überblick der Lernphasen der einzelnen Methoden gibt die folgende Tabelle. Die Reihenfolge der Darstellung richtet sich nach der Häufigkeitsverteilung des Einsatzes der jeweiligen Methode, die Bleher empirisch ermittelt hat (s. o.).

[124] Die Analyse des Handlungsschemas der Methoden wurde vorgestellt auf der Tagung der DGTB zu den Methoden des Technikunterrichts (vgl. auch Binder 2013a).

Methode	*Phase 1*	*Phase 2*	*Phase 3*	*Phase 4*	*Phase 5*	*Phase 6*
Konstruktionsaufgabe	Problem- und Aufgabenstellung	Sammeln von Informationen	Erfinden und Entwerfen	Herstellen	Erproben und Beurteilen	Auswerten
Herstellungsaufgabe	Vorstellung und Besprechung des Herstellungsauftrages		Planen und Organisieren der Herstellung	Durchführung der Herstellung	Auswerten der Herstellung	
Konstruktions- und Herstellungsaufgabe	Problem und Aufgabenstellung	Sammeln von Informationen	Erfinden und Entwerfen	Planen und Organisieren der Herstellung	Durchführung der Herstellung	Auswertung
Lehrgang	Vorstellung der Inhalte und Ziele		Teilschritt 1 bis n		Überprüfung	
Technisches Experiment	Problemstellung	Hypothesenbildung	Planung der Versuchsanordnung	Bau der Versuchsanordnung	Durchführung des Versuchs	Auswertung
Technische Analyse	Vorstellung des Analysegegenstands	Aufstellen von Hypothesen	Entwickeln von Verfahren zur Überprüfung der Hypothesen	Überprüfung der Hypothesen		Beschreibung des Analysegegenstands, Auswertung
Erkundung	Problemstellung	Schwerpunktsetzung, Aufstellen der Erkundungsaufträge	Konkretisierung der Erkundungsaufträge	Erkundung		Auswertung
Technikbewertung	Vorstellung der Bewertungsaufgabe	Aufstellen von Kriterien, Hierarchisierung	Planung der Überprüfung	Überprüfung		Bewertung und Auswertung
Projektarbeit	Entscheidungsphase		Planungsphase	Durchführungsphase		Auswertungsphase
Fallstudie	Konfrontation	Informationsphase	Explorationsphase	Resolution	Disputation	Kollation
Expertenbefragung	Auswahl des Experten	Gespräch des Lehrers mit d. Experten	Vorbereitung der Befragung	Expertenbefragung		Auswertung der Befragung

Tabelle 24: Synopse der Unterrichtsmethoden nach Henseler und Höpken (1996, S. 60 ff.)

Nicht jede Methode ist in sechs Phasen angelegt, daher finden sich bei der Herstellungsaufgabe, beim Lehrgang, bei der Projektarbeit und bei der Fallstudie Phasen, die mehrere Aspekte umfassen. Die Zuordnung zu den Phasen 5 und 6 ist nicht immer eindeutig möglich. Es wurde die Strategie gewählt, überall dort, wo das Signalwort „Auswertung“ zu finden ist, Phase 6 zuzuordnen. So ist in der Tabelle bei manchen Methoden eine sechste Phase zu finden, aber keine fünfte, was Henseler und Höpken natürlich so nicht vorsehen.

Vergleicht man die Phasen der Methoden, so liegt dem überwiegenden Teil ein bestimmtes Ablaufschema zugrunde. Es folgt der Reihenfolge *Problemstellung – Problemklärung – Planung – Ausführung – Auswertung*. Hinter dieser Abfolge steht die Vorstellung eines Lernprozesses, bei dem Wissen dem Handeln vorausgeht. Vereinfacht lässt er sich folgendermaßen darstellen:

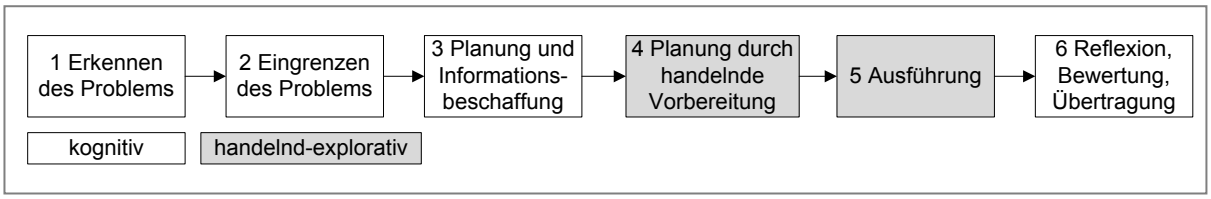


Abbildung 75: Handlungsschema der Methoden des Technikunterrichts

Die Grundanlage kann als problemorientiert bezeichnet werden: Ausgangspunkt ist ein Problem, dessen Bedeutung sich die Schüler vergegenwärtigen sollen. Die dadurch angestoßene Lernhandlung wird in der Abfolge *vom Denken zum Handeln* organisiert. Das zeigt sich im Gesamtablauf, aber auch in der Differenzierung der Planungsphase, die bei einem Teil der Methoden in eine einleitende Informationsbeschaffung und eine anschließende handelnde Vorbereitung differenziert wird. Ausführende Anteile (grau hervorgehoben) sind erst zu Beginn der zweiten Hälfte oder des letzten Drittels des Lernprozesses vorgesehen. Auch wenn selbstverständlich den einzelnen Phasen keine gleichen Zeitfenster zugesprochen werden, ergibt sich trotzdem das Bild eines *kognitionsdominierten, deduktiven Lernprozesses*.

Es muss angemerkt werden, dass die Schüler auf diese Weise das Eingrenzen des Problems und die Planung durch Informationsbeschaffung kaum leisten können. Ihnen fehlt ein entwickeltes Abstraktionsvermögen, das sie in die Lage versetzt, selbständig hinter dem Einzelfall das Allgemeingültige erkennen zu können. Es fehlen ihnen die erforderlichen Erfahrungen und das Wissen, um erfassen zu können, wo sie bei der Informationssuche ansetzen könnten bzw. was im Verlauf der praktischen Ausführung relevant werden kann. Diese Vorgehensweise führt bei Anfängern mit hoher Wahrscheinlichkeit zu „Makulaturplänen“, also solchen, die sich schon unmittelbar nach Handlungsbeginn als unhaltbar herausstellen.

Das Handlungsschema der Unterrichtsmethoden lässt wenig Orientierung an kindlichen Zugängen zu Problemen oder an lernpsychologischen Erkenntnissen erkennen. Es sei auf Möller verwiesen, die aufzeigt, welche Bedeutung die Aktivierung der Lernenden im Lernprozess hat (Möller 1987). Ihre Empfehlungen sind eindeutig: Ausgangspunkt müssen Interessen und Vorerfahrungen der Kinder sein. Die Fähigkeit, eine komplexe zweckdienliche Handlung zu planen, darf nicht vorausgesetzt werden. Planungsprozesse und deren Ver-

sprachlichungen müssen schrittweise eingeübt werden, sie sind Ergebnis des Lernprozesses, nicht seine Voraussetzung (a. a. O., S. 307 f.).

7.2.2 Ein handlungsorientiertes Modell der Methoden des Technikunterrichts

Die Auswertung der Handlungsbeobachtungen hat gezeigt, dass Kinder im Eingangsalter Technischer Bildung von sich aus nicht so handeln, wie es die Methodenmodelle vorsehen. Es wird hier davon ausgegangen, dass die Ergebnisse der deskriptiven Untersuchung auf viele Fälle fundamentaler technischer Handlungen übertragen werden können, also auch auf Handlungen von Jugendlichen, in denen sie mit neuartigen Problemen konfrontiert sind. Um sie in ihrem Lernprozess zu unterstützen, werden fünf Prinzipien vorgeschlagen, an denen eine Weiterentwicklung der Methoden des Technikunterrichts ausgerichtet werden könnte.

Primat der handelnden Annäherung

Es wurde beschrieben, wie Kinder im Verlauf der handelnden Auseinandersetzung mit Gegenständen Wissen aufbauen. Es wurden Studien aus der Entwicklungs- und Lernpsychologie benannt, die die Bedeutung des Handelns in Lern- und Entwicklungsprozessen hervorheben. Diese Erkenntnisse sollten bei der Entwicklung von Unterrichtsmethoden berücksichtigt werden. Unabhängig von diesem Verwertungsaspekt entspricht es dem Menschenbild[125], das Bildungswesen zugrunde liegt, dass Kinder und Jugendliche ein Recht darauf haben, ihre Persönlichkeit in der Auseinandersetzung mit der Welt auf individuelle Weise entwickeln zu können. So zentral wie möglich sollte daher eine direkte Auseinandersetzung mit Lerngegenständen gegeben sein. Dies stellt keine Höherbewertung des Probehandelns vor kognitiver Auseinandersetzung dar – es sollte generell vermieden werden, beides gegeneinander auszuspielen. Es wird darauf vertraut, dass Schüler neugierig, gestaltungswillig und tatkräftig sind. Die handelnde Annäherung versetzt sie in die Lage, sich die verschiedenen Facetten eines Problemraums selbst zu erarbeiten. Dies wiederum ist eine Grundvoraussetzung für die Präzisierung der Aufgabenstellung, die für den weiteren Lernfortschritt so bedeutsam ist. Daher wird in Phasen der Problembegegnung, der Präzisierung des Problems und in denen der Lösungsfindung ein probehandelnder Zugang bevorzugt, der den Lernenden ermöglicht, das gestellte Problem zunächst auf ihre Art und Weise in Angriff zu nehmen.

[125] Grundgesetz, Artikel 2: „Jeder hat das Recht auf die freie Entfaltung seiner Persönlichkeit [...]“ (Bundestag 2010).

Reflexionsphasen als Strukturierung und Ergänzung von Erkenntnis und Erfahrung

Konnten die Schüler handelnd in den Problemraum „eintauchen", ist eine Grundlage für ordnende Reflexionsphasen gelegt. In Gesprächsphasen müssen die Erkenntnisse der Schüler verglichen, überprüft und strukturiert werden, der Blick auf (Teil-) Ergebnisse und auf den Suchprozess wird geschärft, der aktuelle Stand wird mit den gesetzten Zielen abgeglichen. Unterrichtsgespräche beziehen sich, wenn so vorgegangen wird, weniger auf einen Sachverhalt, der „außerhalb" der Lernenden liegt – sie haben in der Auseinandersetzung einen individuellen Sinnzusammenhang hergestellt. Die Wahrscheinlichkeit, dass nicht isoliertes Detailwissen, sondern Strukturwissen entsteht, scheint größer zu sein als bei einem Lernweg, der mit „von außen" vorgegebenen Strukturen initiiert wird.

Vom handlungsbegleitenden zum präaktionalen Planen

Die Auswertung der Versuche hat deutliche Hinweise darauf gegeben, dass ein bedeutender Teil der Planung im Verlauf der Suche nach einer Lösung stattfindet. Vorgeschaltete innere Probehandlungen, seien sie rein kognitiv oder zeichnerisch-darstellend, beziehen sich primär auf die geistige Repräsentation des Problems und weniger auf die Problemlösung. Beides kann nur zur Deckung kommen, wenn Erfahrungen und Wissen vorhanden sind, und dies trifft auf den Beginn vieler Unterrichtssituationen nicht zu, da in ihnen Lernende mit neuen Problemen konfrontiert werden. Es wird daher nicht mehr von einer gesonderten, der „Ausführung" vorgeschobenen Planungsphase ausgegangen, sondern von einer Phase des äußeren und inneren Probehandelns. Diese muss an einer konkreten Fragestellung ausgerichtet sein.

Wird davon ausgegangen, dass elaborierte Pläne im Verlauf des äußeren Probehandelns entwickelt werden, so kann daraus nicht gefolgert werden, dass Planung im Unterricht nicht thematisiert werden kann bzw. soll. Vermieden werden sollte zunächst, dort Pläne aufzustellen, wo die Schüler weder über Erfahrung noch über Wissen verfügen. Planungsüberlegungen werden bei ungeübten Schülern erst im Verlauf des Handelns und auch retrospektiv herausgearbeitet werden können. Je unerfahrener die Lernenden sind, desto später sollten Planungsaspekte thematisiert werden.

Der Übergang vom äußeren zum inneren Probehandeln ist ein langwieriger Lernweg. Am besten bildet Peas Modell der „define-and-refine Planning Strategy" das ab, was in den Versuchen beobachtet werden konnte. Es wäre zu prüfen, ob die Unterschiede zwischen der präaktionalen Planungsstrategie, wie sie in den Methoden des Technikunterrichts verfolgt wird, und der Vorstellung des handlungsbegleitenden Planens hauptsächlich in der *Reichweite der Pläne* bestehen. Auch parallel zur Handlung ablaufende Planungen sind antizipierend

ausgerichtet, sie greifen über das gerade Ausgeführte hinaus in die Zukunft der Problemlösung[126]. Allerdings können sie nur so konkret sein, wie es das situativ verfügbare Wissen erlaubt – darüber hinaus werden sie spekulativ. Die kategorialen Unterschiede zwischen Planung und physisch ausgeführter Handlung lassen jedoch eher vermuten, dass der Kern des Unterschieds zwischen diesen beiden Planungsformen mit der Reichweite allein noch nicht getroffen ist.

Differenzierter Bewertungsbegriff

Bewertungen finden in jeder Entscheidungssituation statt. Es sollte daher zwischen einer abschließenden, retrospektiven Bewertung und den Formen unterschieden werden, die im Verlauf der Handlung vorgenommen werden. Letztere ergeben sich ohne Eingriff des Lehrers, müssen aber in Unterrichtsgesprächen verbalisiert werden, wenn sie über die Bewusstseinsschwelle gehoben werden sollen. Dabei können ungenaue oder gar falsche Einsichten korrigiert, Einzelerfahrungen in verallgemeinerbares Wissen transformiert und der Lernstand *aller* Schüler abgesichert werden.

Fragestellungen, unter denen die abschließende Bewertung erfolgt, ergeben sich aus der ursprünglichen Zielsetzung, aber auch aus Beobachtungen im Verlauf des Unterrichts. Die Beobachtung und Analyse des Lernprozesses der Schülerinnen und Schüler ist eine Aufgabe von Lehrkräften, deren Bedeutung nicht hoch genug eingeschätzt werden kann, die aber gleichwohl selten systematisch durchgeführt wird.

Methodisches Lernen als Entwicklungsprozess

Eine wichtige Voraussetzung für kompetentes Handeln sind die Fähigkeit und die Bereitschaft, unsystematische, wenig reflektierte und aufwendige Probehandlungen *zunehmend* durch vorausschauende, strategische, systematische und v. a. innere Probehandlungen ersetzen zu können. Diese, das zeigt die Handlungsbeobachtung deutlich, gehören nicht zum Stammrepertoire von Kindern, sie müssen gefördert werden. Das fünfte Prinzip der Methodenentwicklung wird in dem Bewusstsein gesehen, dass Unterrichtsmethoden komplexe Lern- und Entwicklungswege beschreiben und initiieren, die in langwierigen Lernprozessen durchlaufen werden müssen. Im Grunde genommen ist das in der Didaktik unstrittig, niemand würde ernsthaft annehmen, dass beispielsweise mit dem Durchlaufen einer einzigen Konstruktionsaufgabe die damit verbundenen Ziele vollständig erreicht werden können.

[126] Lauterbach benennt als Formen des Antizipierens „das Vorausfühlen (als mitfühlende Ahnung) und Vorausschauen (als bildhafte und dynamische Projektion) als auch das Vorausdenken (als analytische und synthetische Operationen) und die Handlungssimulation (als rekursive Reflexionsschleifen)." (Lauterbach 1991, S. 61)

Trotzdem wird dieser schwierige Entwicklungsprozess, dadurch, dass er kaum beschrieben ist, in die individuelle Reflexions- und Planungsarbeit der Lehrkräfte verschoben. Ohne deren Fähigkeiten schmälern zu wollen, wird ihnen hier etwas zugewiesen, das sie kaum meistern können. Es stellt eine Überforderung dar, wenn neben den vielfältigen Unterrichtstätigkeiten, neben der Elternarbeit und den Verwaltungsaufgaben, auch noch konzeptionelle methodische Arbeit geleistet werden soll. Die Studie Blehers zeigt, dass Lehrkräfte dazu neigen, die *ausgearbeiteten Methoden* nur als ungefähren Handlauf für ihren *eigenen Unterrichtsstil* zu nutzen. In Anbetracht dieser Kenntnis zu erwarten, dass sie aus den Methodenmodellen Varianten erarbeiten, die dem Entwicklungsstand ihrer Schüler angepasst sind, ist nicht schlüssig.

Vielmehr müssten die einzelnen Unterrichtsmethoden so ausgearbeitet werden, dass elementare Zugänge und stufenweise Erweiterungen aufgezeigt werden. Beispielhaft seien zwei Publikationen erwähnt, die diesen Weg aufzeigen.

- In „Baukästen im Technikunterricht“ stellen Sachs und Fies (1977) nicht nur verschiedene Baukastensysteme vor, sondern zeigen Möglichkeiten auf, wie sie jeweils für Konstruktionsaufgaben unterschiedlicher Komplexität eingesetzt werden können. Sie entwickeln Wege, wie in den technischen Handlungsbereich des Konstruierens schrittweise eingeführt werden kann, indem zunächst nur Teilkonstruktionen modellhaft gelöst und dann schrittweise erweitert werden.
- Schon der Titel „Das Experiment im Technikunterricht. Methodologische und didaktische Studien zur Grundlegung einer Unterrichtsmethode“ von Schmayl (1981) zeigt, dass hier kein knapper Überblick gegeben wird. Er empfiehlt, das Experiment im Technikunterricht als Lernprozess zu verstehen, der aufbauend gestaltet werden sollte. Schmayl entwickelt eine Struktur des Experiments, deren Elemente er erstens in Übungen zum Umgang mit den Gegenständen von Versuchsanordnungen, zum Messen und Beobachten und zur Datenaufnahme und –verarbeitung identifiziert, und zweitens in Versuchen unterschiedlicher Komplexitätsstufen (a. a. O., S. 329 ff.). Er empfiehlt, zunächst lediglich die Strukturelemente eines Experiments einzuführen und sie in der Folge stufenweise zu erweitern.

Leider ist es weitgehend bei diesen beiden Ausarbeitungen geblieben[127], und die Veröffentlichungen zeigen, dass seit 30 Jahren kein Bedarf gesehen wurde, an diesem Problem weiterzuarbeiten (dazu: Schlagenhauf 2013, Bienhaus und Schlagenhauf 2013 und Binder 2013a).

7.2.3 Plädoyer für den handelnden Zugang zur Technik im Unterricht

Nun stellt der Weg vom Probehandeln über das strukturierende Unterrichtsgespräch zum systematischen Handeln beileibe keine Neuerung dar. Dass er die Methoden des Technikunterrichts nicht stärker beeinflusste, kann nur bedingt erklärt werden. Möglicherweise spielte die mit der „technischen Wende“ einsetzende Absetzbewegung gegen den Werkunterricht eine Rolle. Die Orientierung an den „harten“ Technikwissenschaften[128] spiegelt dabei nicht nur die Suche nach einer inhaltlichen Orientierung in Richtung Technik wieder, sondern einen allgemeinen Trend in den Bildungswissenschaften. Auch dort fand eine Lösung von den geisteswissenschaftlichen Traditionen der Pädagogik hin zu den „harten“ Fakten der empirisch forschenden Erziehungswissenschaften statt, die in der Retrospektive als Überreaktion interpretiert werden kann.

Die oben aufgezeigte Entwicklung der Methoden des Technikunterrichts, die in Wilkenings Ansatz bei den Konstruktionswissenschaften begann und über dessen unvollständiger Adaption zu den heutigen, schon lange nicht mehr überprüften Formen führte, zeigt auch die kumulative Wirkung vieler Zufälligkeiten und Randbedingungen. Sachs weist darauf hin, dass eine Ursache für den Einfluss der künstlerisch geprägten Werkerziehung ganz banal in der Tatsache lag, dass 1921 die Laufbahn „Studienrat für Zeichnen und Werken" geschaffen und dadurch eine gemeinsame Lehrerbildungsbasis geschaffen wurde (Sachs 1988, S. 11). In diesem Kontext kann die Ausbildung des oben als *kognitionsorientiert* bezeichneten Handlungsverständnisses in der Technikdidaktik als Gegenbewegung betrachtet werden.

Hier wird dafür plädiert, den *Ausgangspunkt* für unterrichtliches Handeln wieder stärker beim Kind zu sehen und weniger in Modellvorstellungen aus den Technikwissenschaften. Der Gedanke der soziotechnischen Integration führt hin zu einem Verständnis technischen Handelns vom Subjekt aus. Nicht der Drucker druckt den Text aus, sondern das Kind, das seinen Text mehrmals verschenken möchte und das entscheidet, dass es ihn nicht von Hand, sondern am PC schreibt und ihn anschließend ausdruckt.

[127] Ausnahmen stellen allenfalls die sozialkundlich ausgerichteten Ausarbeitungen der Arbeitslehre dar, beispielsweise der Band zur Betriebserkundung (Fähnrich 1981).
[128] Diese Zeit wird auch als „ingenieurwissenschaftliche Phase“ der Technikdidaktik bezeichnet (Sachs 1988, S. 13).

Für diesen Zugang zu Technik im Unterricht kann aus unterschiedlichen Perspektiven argumentiert werden. Aus der Sicht des Kindes: Ich möchte etwas bewirken, in der Welt und in mir. Ich möchte eigenständige Lernwege gehen. Ich möchte mein Wissen und Können in den Unterricht einbringen können. Aus der Sicht des Pädagogen: In der direkten Auseinandersetzung mit der Welt wird diese für das Kind und das Kind für sie aufgeschlossen. Lernende machen sich eine Sache besser und selbstständiger zu eigen, wenn sie in eine handelnde Auseinandersetzung mit ihr treten können. Wissen sollte die Form einer strukturierten Repräsentation objektiv bestehender Realität annehmen. Diese Repräsentation wird in einem Prozess aufgebaut, der, eine Analogie zur Technik nutzend, als „Konstruktion" bezeichnet wird. Geistige Repräsentationen, die Lernende als Präkonzepte in den Unterricht mitbringen, sind oft so stabil, dass sie nur schwer revidiert werden können, selbst wenn sie auf falschen Grundlagen beruhen. Ein „Conceptual Change", ein Angleichen des implizit vorliegenden Wissens an die objektiv bestehende Realität[129], kann sicherer erreicht werden, wenn Kinder eigene Wege gehen können. Ein Lernarrangement, das Kinder zum Nachvollziehen der gedanklichen Vorstrukturierungen des Lehrers nötigt, führt bevorzugt zu schematischer Übertragung von Problemlösungen, zu fehlerhafter Analogiebildung und zu einer geringen Bereitschaft zum eigenständigen Einsatz von Hilfsmitteln (vgl. Beinbrech 2003a und Jonen et al. 2003). Aus der Sicht technischer Wissenschaften und technischer Praxis: Technik ist eine Leistung des Menschen, die sich im Moment des Handelns verwirklicht und deren wesenhafte Ausprägung Ropohl „soziotechnische Integration" nennt.

7.2.4 Wiesenfarths Ansatz elementarer technischer Handlungen

Aus den Veröffentlichungen zu diesem Themenbereich müssen besonders die von Wiesenfarth hervorgehoben werden[130]. Er beschäftigte sich schwerpunktmäßig mit dem technischen Handeln von Kindern. Zur, seiner Überzeugung nach, falschen Schwerpunktsetzung in der Technischen Bildung schreibt er: „Die technischen Gegenstände erhalten Vorrang, die Prozesse treten zurück, insbesondere jene Prozesse des Gebrauchs technischer Gegenstände, die der Herstellung erst Sinn verleihen. Allenfalls werden noch Prozesse wahrgenommen, die direkt zu einem gegenständlichen Resultat führen." (Wiesenfarth 1995, S. 52) Die Bedeutung des technischen Handelns sieht er nicht nur in seiner Funktion bei der Entwicklung techni-

[129] Hammerl und Grabitz weisen darauf hin, dass beim sogenannten „impliziten Lernen" nicht nur das Wissen kaum veräußerungsfähig ist, sondern auch die Verhaltensänderung, die auf das Lernen hinweist, i. d. R. nur als Potenzial vorliegt (Hammerl et al. 2006, S. 203f.). Zu neuronalen Erkenntnissen, die die Conceptual Change-Theorie stützen: Storch et al. (2005, S. 32 ff.).

[130] Wiesenfarth war gelernter Schlosser, arbeitete als Konstrukteur, studierte das Lehramt an Volksschulen und promovierte bei Max Bense in Stuttgart (vgl. Sachs 2002b).

scher, sondern allgemeiner Problemlösefähigkeiten. Im Handeln erkennt er den ursprünglichen Zugang des Menschen zur geistigen Verarbeitung der Welt.

Zur Rolle des Probehandelns im Lernprozess

Besonders dem Probehandeln weist Wiesenfarth große Bedeutung zu. Seine Aufgabe ist nicht primär der gegenständliche Vollzug einer Absicht, sondern das gedankliche Strukturieren der Problemlage. Kinder gehen dabei unterschiedliche Wege: Sie stellen Sachverhalte in Spielhandlungen dar, zeichnen sie oder ahmen sie nach (äußeres Probehandeln). Sie lernen aber auch zunehmend, Sachverhalte in Teilen oder komplett gedanklich vorwegzunehmen (inneres Probehandeln). Diesen Lernprozess hin zum denkenden Problemlösen durchlaufen Kinder, auch ohne dass dies intendiert wäre, wenn sie mit Gegenständen zweckorientiert handeln. Sie suchen unterschiedliche Wege zum Ziel (vgl. a. a. O., S. 64): Sie legen, wenn sie zwei Teile verbinden wollen, diese zunächst so aufeinander, wie sie anschließend zusammengefügt werden sollen. Sie führen einzelne Handlungsschritte provisorisch aus, sodass sie sie wieder zurücknehmen können. Erst wenn sie verschiedene Möglichkeiten ausprobiert haben, können sie sich bewusst für eine spezielle entscheiden. Die Bedeutung dieses Prozesses für die Entwicklung von Problemlösefähigkeiten ist funktional: „Hier kündigt sich zunächst in unauffälliger Weise eine *Unterscheidung* von Planung und Ausführung und ein spezifischer Bezug zwischen diesen Phasen an.“ (ebd.)

Die spezifische Form des Probehandelns im Bereich der Technikverwendung beschreibt Wiesenfarth folgendermaßen: „Ausgangspunkt ist dann ein Werkzeug, ein Gerät, eine einfache Maschine. In Probierschritten werden diese technischen Gebilde aufgabenorientiert zu gebrauchen gesucht, Misserfolge in diesem Felde legen besonders leicht Erkundungshandlungen nahe. Dadurch werden Beschaffenheiten oder auffällige Besonderheiten der technischen Gebilde relativ unabhängig von der aktuellen Aufgabenstellung zu erfassen gesucht; sie verhelfen anschließend zu einem angemesseneren Gebrauch.“ (ebd.)

Sein Konzept elementarer technischer Handlungen ist in folgender Darstellung zusammengefasst:

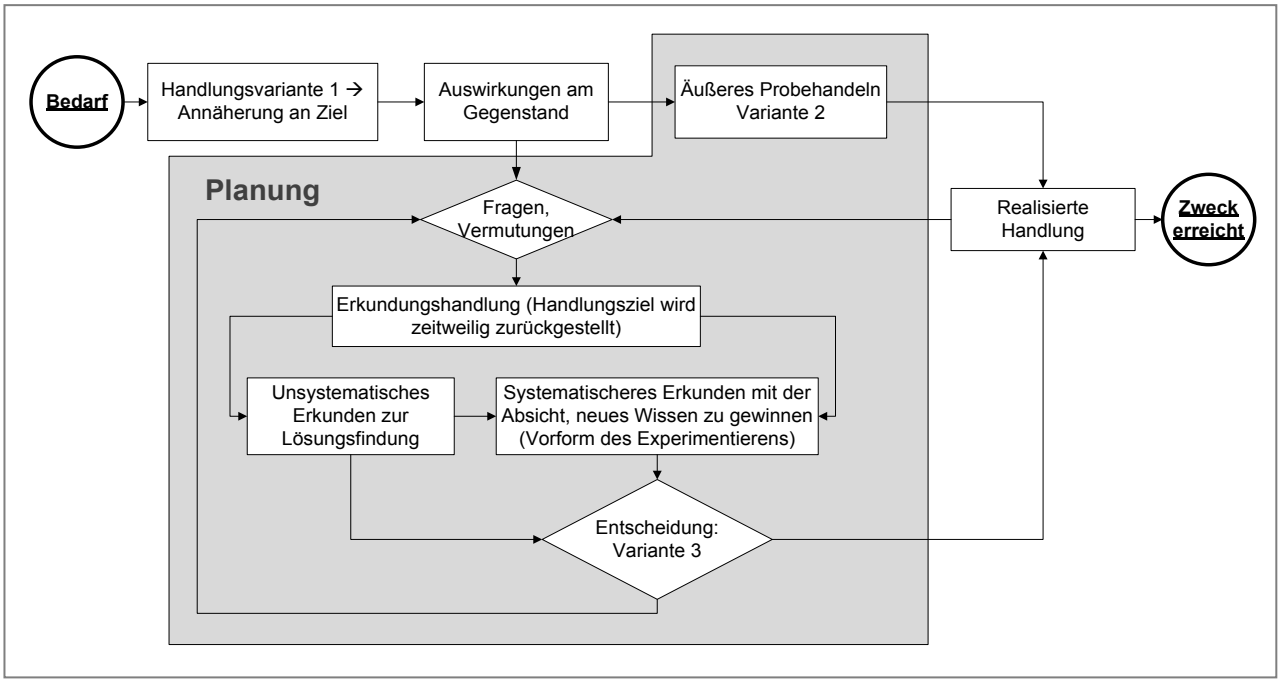


Abbildung 76: Entwicklung des Probehandelns nach Wiesenfarth (in: Binder 2013a, S. 11)

Ausgehend von einem Anlass öffnen sich drei grundsätzlich verschiedene Handlungsmöglichkeiten. Zunächst beginnt das Kind die Handlung mit dem Gegenstand in Richtung des gesetzten Ziels. Es nimmt die Auswirkungen seines Tuns am Gegenstand wahr und richtet sein Vorgehen entsprechend aus. Ein Weg führt über das äußere Probehandeln direkt zur Zweckerfüllung. Im äußeren Probehandeln verlaufen Planung und Ausführung weitgehend parallel. Der zweite Weg führt über das innere Probehandeln. Dieses greift meistens dort, wo das äußere nicht zum Ziel führt oder wo das Kind keine Vorstellung davon hat, wie es sich dem Problem handelnd annähern könnte. Hierfür wird das ungebrochene, unverzögerte Vorgehen (vgl. Wiesenfarth 1995, S. 64) für Erkundungshandlungen unterbrochen. Solche Unterbrechungen sind ein Hinweis darauf, dass sich das Kind intensiv mit der Sache auseinandersetzt, durch mehr oder weniger systematisches Erkunden. Am Ende dieser Exploration steht eine Entscheidung für die weitere Vorgehensweise.

In Abbildung 76 sind Vorgänge, die intensive Planungen beinhalten, grau unterlegt. Es lässt sich erkennen, dass sie über den größten Teil der Problembewältigung ausgedehnt sind – darin deckt sich Wiesenfarths Modellvorstellung mit den Handlungen der Kinder in dieser Studie.

Entwicklung eines Prozessmodells des Lernhandelns im Technikunterricht

Reduziert man Wiesenfarths Gedanken auf ihre grundlegenden Züge, so ergibt sich folgende Struktur:

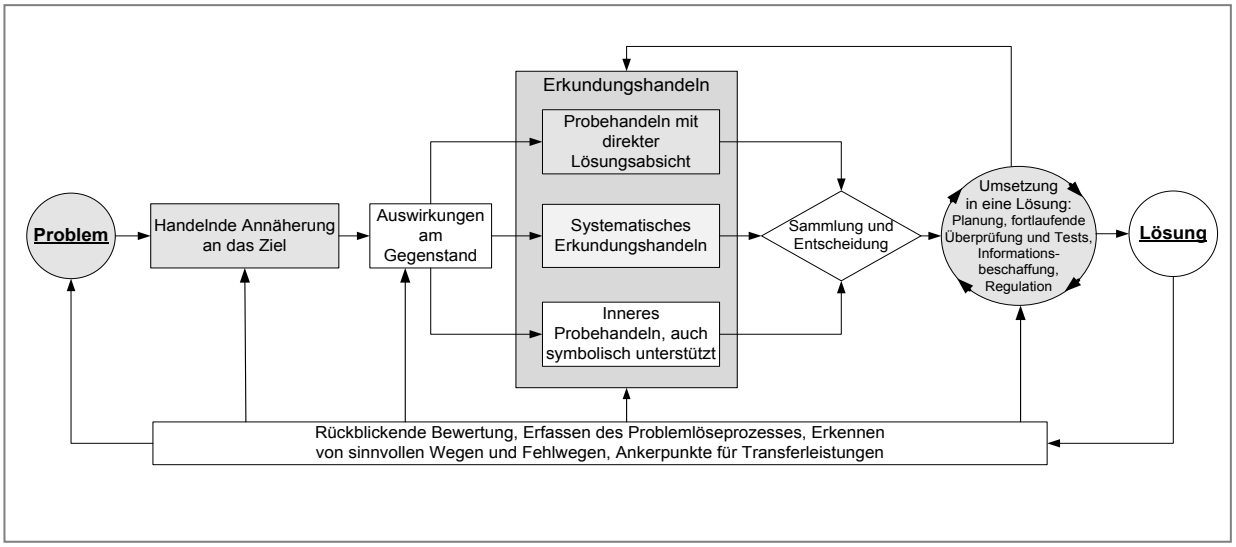


Abbildung 77: Erkundungshandeln im Problemlöseprozess (nach Binder 2013a, S. 12)

Es handelt sich um eine Darstellung unter grobem Auflösungsgrad. Die einzelnen Elemente stehen jeweils für komplexe Handlungsprozesse, was nicht übersehen werden darf. Besonders das Element „Umsetzung in eine Lösung“ ist eine Aktionseinheit, in der planende, ausführende und bewertende Teilprozesse eng ineinandergreifen. Hier kann und soll sich die Lehrkraft weitgehend zurücknehmen. Stockt die Problembewältigung an dieser Stelle, müssten die Schüler eigene Wege finden können (und dürfen), der rücklaufende Pfeil zum Erkundungshandeln deutet das an. Inwiefern sie von sich aus eine rückblickende Bewertung der Handlung durchführen, hängt sicher von der Situation ab. Zu beachten ist, dass ihre Bewertungen nur indirekt auf ihren Lernprozess gerichtet sein werden, sie werden mehr auf der Ebene der materiellen Veränderungen liegen.

Die Aktivität der Lehrkraft kann, in Erweiterung des Begriffs des „fading out“, als eine Abfolge von *beobachten, einfädeln, Unterrichtsgespräche führen* und *ausfädeln* betrachtet werden. Ihre zentralen Aufgaben bestehen in der Auswahl geeigneter Zugangsthemen, im Bereitstellen von Zugangsmöglichkeiten zur Informationsbeschaffung (auch für die rückblickenden Bewertung), in der Fähigkeit zum Beobachten und Analysieren, in der zurückhaltenden Gesprächsführung, besonders aber: im Sich-Gedulden. Dient eine Handlung, die nicht direkt auf das Ergebnis zuführt (Unterbrechungen der Zielannäherung, Rekursionen), insgesamt den Zielen des Unterrichts, so muss die Lehrkraft erkennen, dass es sich um einen Lernweg handelt und nicht um einen Fehlweg.

In der Grafik sind, wie bei der Diskussion des Handlungsschemas der Methoden, alle überwiegend kognitiv bestimmten Bereiche weiß unterlegt, die handelnd-explorativen, in denen Denkprozesse handlungsbegleitend verlaufen, dagegen grau. Die Phasen, in denen sich die

Lehrkraft in das Geschehen einfädeln muss, sind die weiß unterlegten. Sie muss sich darüber bewusst sein, dass sie bei einer Intervention z. B. in die Phase des Probehandelns nicht einfach „nur kurz“ ein Unterrichtsgespräch zwischenschaltet, sondern dass sie den Lernprozess der Schüler in dieser Phase stoppt und in eine der weiß markierten Lernformen transformiert. Das könnte eine Rekursion zur Beobachtung der Handlungseffekte am Gegenstand sein, aber auch ein Überspringen der Phase des Probehandelns. Besonders das Überspringen führt dazu, dass eigenständige Lernwege unterbrochen werden. Beides sollte nur gemacht werden, wenn der erwartete Lernzuwachs dies auch rechtfertigt.

7.2.5 Lernen als Methode der Weltaneignung

An dieser Stelle der Diskussion müssen erneut die Ebene des technischen Handelns und die des Handelns im Lernprozess getrennt betrachtet werden. Durch die Problemstellung, die die Lehrkraft im Technikunterricht initiiert, werden technische Handlungen in Gang gesetzt. Es geht im Unterricht aber *nicht* darum, einen Wissenszuwachs über technische Systeme für die Allgemeinheit zu erarbeiten; es geht *nicht* darum, eine Lösung für ein materielles Problem zu entwickeln, die es so noch nicht gab; es geht *nicht* darum, Produkte herzustellen; es geht *nicht* darum, Entscheidungen in soziotechnischen Problemsituationen zu treffen. Unterricht zielt auf die gezielte Förderung der Entwicklung Heranwachsender ab, auf die Förderung ihrer personalen und sozialen Fähigkeiten. Ziel des allgemeinbildenden Technikunterrichts kann nicht primär sein, dass technische Handlungen kompetent ausgeführt werden. Das ist eines von mehreren Zielen, zunächst sind die technischen Handlungen im Unterricht aber ein Mittel zum Zweck der Bildung.

Technisches Handeln als Muster von Lernhandeln

Nun wurde oben dargestellt, dass zweckorientiertes Handeln mit Gegenständen die personale Entwicklung entscheidend unterstützt. Es ist eine besondere Konstellation des Technikunterrichts, dass er seinen Schwerpunkt genau an dieser *Schnittstelle zwischen Persönlichkeitsentwicklung und Außenwelt* hat. Das führt dazu, dass technische Handlungen aus sich heraus Prozesse der Selbstentwicklung stimulieren. Es wäre zu kurz gedacht, würde man sich damit begnügen, Schüler technische Probleme lösen zu lassen und davon auszugehen, dass sich ein bildender Effekt en passant entwickle. Hier muss ein höherer Anspruch geltend gemacht werden.

Ausgangspunkt der Überlegungen ist das Bewusstsein, dass der Gegenstand Technischer Bildung gleichzeitig ein Kristallisationspunkt der Persönlichkeitsentwicklung ist. Die Paral-

lelität, dass sowohl technische als auch Lernhandlungen rekursive, verzweigende Prozesse sind, in denen das Handlungssubjekt aus der Rückmeldung eines materialen Gegen-Stands Kenntnisse über seine Wirksamkeit in der Welt und Kenntnisse über die Welt gewinnt, sollte konsequent genutzt werden. Dem Autor drängte sich bei der Beobachtung der Handlungen der Kinder wiederholt der Eindruck auf, dass bestimmte Vorgehensweisen ein allgemeines Handlungsmuster wiederspiegeln könnten. Wer bei der Reparatur der Haarklammer den Suchraum nicht erweitern kann, wird es vielleicht auch in anderen verfahrenen Situationen, auch in Lernsituationen nicht können. Wer an einer Handlungsbarriere bei allen drei Reparaturaufgaben nicht nach anderen Mitteln sucht, hat eventuell noch nicht ausreichend gelernt, wie hilfreich Mittel bei einer Problemlösung sein können. Wo ein Schüler beispielsweise so fokussiert auf ein Rechenproblem ist, dass er die Hilfen, die im Schulbuch unmittelbar neben der Aufgabenstellung zu finden sind, nicht wahrnimmt, liegt ein Problem zugrunde, das sich mit noch größerer Konzentration auf den Text der Aufgabe oder mit zusätzlichem Wissen nicht lösen lässt. Es wäre Anlass für eine Folgestudie, Zusammenhänge zwischen dem strategischen Vorgehen von Kindern bei der Lösung technischer Probleme mit dem in Lernhandlungen zu untersuchen.

Hier wird nicht von grundlegenden, von situativer Einbindung unabhängigen Fähigkeiten gesprochen – darauf gerichtete Hoffnungen der General-Problem-Solver-Forschung haben sich nicht bewahrheitet. Vielmehr wird der Standpunkt vertreten, dass erstens Lernen eine Handlung ist und dass zweitens die Strukturen von Lernhandlungen und von technischen Handlungen sehr ähnlich sind. Beide sind zweckorientiert, beide werden neben äußeren Zwecken von inneren Motiven begleitet, wie das technische Handeln beruht auch das Lernen auf der Integration von Mitteln (Stichwort *Medien*), beide folgen dem Bestreben, in einen Modus des guten Funktionierens zu gelangen, in beiden ist Rationalität nicht die einzige, aber eine wichtige Bewertungsgrundlage.

Aus den Erkenntnissen dieser Studie kann gefolgert werden, dass über die im technischen Handeln verwirklichte „Methodik“ Fähigkeiten erworben werden, die auch für Lernhandlungen grundlegend sind[131]. Wird dem gefolgt, müsste Technikunterricht von der ersten Klasse an zum Standardrepertoire der Schule gehören, da er aus seinem Gegenstand heraus diese Nähe zu einem Lernen in Lebenszusammenhängen bietet, das jedes Kind von seiner Geburt

[131] Das ist zweifelsohne ein hoher Anspruch, den Vertreter anderer Schulfächer ungern akzeptieren werden. Dass mit technischem Handeln oft enorme kognitive Leistungen gerade von sonst als lernschwach geltenden Schülern verbunden sind, kann täglich belegt werden. So lernen Jugendliche, die nur mit Mühe eine kleine Menge Englischvokabeln memorieren können, ganze html-Befehlsketten und syntaktische Regeln auswendig oder glänzen mit profundem Wissen im Bereich von Wälzlagern für ihr Skatebord.

an mit Freude vollzieht. Natürlich kann und soll die Bedeutung anderer Fächer nicht geschmälert werden – es sei nochmals auf Flitner verwiesen. Bevor aber Wissenschaftspropädeutik betrieben wird („kleine *Forscher*“, „natur*wissenschaftliche* Arbeitsweisen“ usw.), sollte zunächst den Grundbedürfnissen der Kinder in ihrer Persönlichkeitsentwicklung entsprochen werden.

Unterrichtsmethode als Weg, die Welt zu lesen

Im unterrichtlichen Handeln werden individualisierende und enkultivierende Mechanismen wirksam; daher sollten sich die Kriterien für Entscheidungen über das Lernarrangement und den Lernweg auch von dieser Dualität ableiten. Duncker formuliert: „Die Steigerung der Kräfte des Kindes und die Lesbarkeit der Welt werden deshalb als ineinander verschränkte Kategorien verstehbar, die die Methode der Schule begründen.“ (Duncker 1994, s. 14 f.)

Unterrichtsmethoden sollten nicht primär in ihrer instrumentellen Funktion betrachtet werden, nicht vordergründig als Hilfe, beliebige Lernprozesse nach dem Prinzip der Effektivität zu arrangieren. Sie haben, so Duncker, zunächst die Aufgabe, „Berührungsflächen“ zwischen der subjektiven Kultur der Lernenden und der objektiven Kultur herzustellen (a. a. O., S. 68), mithin erfüllen sie also eine kommunikative Funktion zwischen Person und kultureller Umwelt. In diesem Sinn soll das Modell des Erkundungshandelns (vgl. Abbildung 77) als Grundstruktur des Handlungsprozesses verstanden werden, der durch eine Unterrichtsmethode angestoßen und gelenkt wird. Seine Ausgangssituation muss ein sinnfälliger Kontakt zwischen Kind und Welt sein, in ihr ist das Ziel, das *den* Lernenden gestellt wird, enthalten. Es liegt auf einer anderen Ebene als das Ziel, das *in den* Lernenden angestrebt wird. Die Lehrkraft muss eine Problemstellung finden, die das Erreichen der Ziele beider Ebenen möglich macht. In Phasen der handelnden Annäherung liegt die Aktivität ganz bei den Schülern, steuernde Eingriffe sollten durch eine gründliche Vorbereitung überflüssig gemacht werden. Die von der Lerngruppe gemeinsam durchgeführte Betrachtung und Reflexion der Annäherungsphase hat Weichenfunktion, da in ihr die Bedingungen und Möglichkeiten der weiteren Arbeit greifbar werden. Von hier aus kann ein erster Handlungsplan erstellt werden. Noch einmal sei an die Ergebnisse der Analyse der von den Kindern geäußerten präaktionalen Handlungspläne erinnert: Sie enthalten eine vage Vorstellung der Sachstruktur, die auf der Grundlage der sichtbaren Oberfläche der Gegenstände gebildet wurde, und einen ersten Ansatzpunkt für die sich anschließende Exploration. In dieser untersuchen die Kinder das Problem so weit, dass sie eine konkretisierte Vorstellung nicht nur über den Gegenstand haben, sondern auch darüber, wo in etwa die Funktionsstellen sind, die zur Lö-

sung genauer untersucht werden müssen. Die eigentliche Lösungsentwicklung und ein tieferes Erfassen der Sachstruktur incl. der funktionalen Zusammenhänge finden aber erst in der reflektierenden Diskussion und bei der Umsetzung der Variante statt, für die sich das Kind entschieden hat.

In der Gestaltung der Phase, die auf die Problemlösung folgt, liegt ein grundsätzlicher Unterschied zwischen normalen zweckerfüllenden Handlungen und Lernhandlungen. Hier geschieht das, was bei Breyers Methodenkonzept (s. o.) „Systembildung“ genannt wird: das Entdecken des Allgemeinen im Besonderen, des Objektiven in den (manchmal auch: gegen die) verschiedenen subjektiven Erkenntnisse.

Die Gefahr, die in solch modellhaften Darstellungen enthalten ist, steckt in einer eindimensionalen Vorstellung eines vieldimensionalen Vorgangs. Eine der Aufgaben von Unterrichtsplanung ist, einen Problemraum in ein lineares Ablaufschema zu bringen. Dies muss die Lehrkraft bedenken, damit sie im Blick behält, dass Rekursionen zu anderen Stellen im Lernprozess nicht automatisch Rückschritte sind.

Aus diesen Anmerkungen kann nun ein Phasenschema entwickelt werden, das als Grundlage für die Ablaufplanung zumindest derjenigen Methoden des Technikunterrichts dienen kann, die Schmayl *genetisch-produktiv* nennt.

7.2.6 Phasenschema der Unterrichtsmethoden

Die lernende Beschäftigung mit einem Problem, das mit technischen Mitteln gelöst werden soll, kann in mehrere *Phasen der Auseinandersetzung* gegliedert werden. Die einzelnen Phasen können in der hier aufgelisteten Reihenfolge durchlaufen werden, müssen es aber nicht. Wichtig ist, dass die den Phasen zugeordneten Funktionen entfaltet werden, und nicht, dass sie in einer bestimmten Abfolge durchlaufen werden. So werden Lernende, die bereits Erfahrungen mit einer Problemstellung gemacht haben, die Phase der handelnden Annäherung überspringen. Sollte sich herausstellen, dass sie sich getäuscht haben, dass sie zu voreilig geurteilt haben, werden sie erst nach der Explorationsphase in die Phase der Annäherung an das Problem eintreten. In einem solchen Fall stellt sich im Nachhinein heraus, dass das Überspringen der Phase der Annäherung ein im Problem verschachteltes eigenes Problem darstellte. Die Erfahrung, dass das Überspringen nur eine vermeintliche Abkürzung war, wäre dann die Annäherung an dieses zweite Problem.

Zu den Phasen im Einzelnen:

Problemstellung

Es muss ein Handlungsanlass gegeben sein, der herausfordernd ist, aber auch möglichst selbstständig bewältigt werden kann. Selbstständig bedeutet nicht: ohne Hilfen; es bedeutet aber: Nur solche Hilfen sind zulässig, die die Lernenden auch wirklich benötigen, um sich dem Ziel annähern zu können. Sachverhalte, die nicht bereits im Handlungsanlass enthalten sind, werden später nur über Hilfskonstruktionen damit verbunden werden können. Ein Handlungsanlass beinhaltet immer eine Fülle möglicher Probleme. Die Analyse der Reparaturhandlungen hat gezeigt, dass für Kinder oft die Schwierigkeit, die sich ihnen aktuell aufdrängt, so präsent wird, dass sie den Blick für Anderes verlieren, selbst wenn sie mit einem „Nebenproblem" beschäftigt sind. Dies ist kein Mangel des Handlungsanlasses, er muss solche Offenheit bieten, damit er für die Schüler nicht trivial wird.

In diesem Stadium können noch nicht alle relevanten Teilprobleme erfasst werden, es kann oft noch nicht einmal eine Gewichtung geleistet werden, ob es sich bei einem Problem um ein zentrales handelt oder um ein marginales. Hier laufen demnach Bestandsaufnahmen von Teilfunktionen oder -problemen und Versuche der Gewichtung ins Leere. Das Ziel, das im Handlungsanlass steckt, muss jedoch in einer ersten Version formuliert werden – ohne diese Explikation kann die Lerngruppe in der Folge nicht in gemeinsamer Richtung arbeiten.

Handelnde Annäherung an das Problem

An dieser Stelle muss sich die Lehrkraft zurückziehen und aufmerksam beobachten, welchen Ansatzpunkt zur Problemlösung die Schüler wählen, welche Wege sie gehen und worin die Schwierigkeiten bestehen, an denen der intuitive Lösungsprozess ins Stocken gerät. Sie muss sich bewusst sein, dass ihre Aufgabe nicht in der Hilfe bei der Lösungsfindung besteht, sondern darin, dass sie den Schülern ermöglicht, den Lösungsprozess lernend zu durchlaufen. Von der Genauigkeit und Passung zwischen Beobachtung und Rückschluss auf den Lernbedarf der Schüler hängt die Intensität der folgenden Lernphase ab.

Strukturierung und Präzisierung

Es muss nun eine Analyse des Problemraums durchgeführt werden. Was konnten die Schüler bereits über die Sache ermitteln? Welche Schwierigkeiten stellen sich in den Weg? Was müsste geklärt werden, um sich dem Ziel annähern zu können? Ziel dieser Phase ist das Entwickeln von Fragen für die folgende Erkundung. Alternative Fragen und Wege sollten noch nicht nach ihrem Potential für die Problembewältigung bewertet werden – wenn zum

jetzigen Zeitpunkt bereits Eindeutigkeit herrschte, wäre die Aufgabenstellung vermutlich unterkomplex.

Das ursprünglich gesetzte Ziel muss u. U. neu beleuchtet werden: Woraus besteht die Aufgabenstellung genau? Welche Teilfunktionen beinhaltet das Ergebnis, welches ist die Hauptfunktion, bzw. sind mehrere Hauptfunktionen angestrebt? Dazu ein Beispiel aus den Handlungsbeobachtungen: Ist das Sichern des Bolzens die Hauptfunktion oder das Schließen der Haarklammer mit der nötigen Spannung?

Eigenständige Exploration

Nun machen sich die Schüler auf die Suche nach Lösungswegen durch den Problemraum. Grundvarianten ihrer Vorgehensweise sind nach Wiesenfarth das direkt-lösungsbezogene Probehandeln, das systematische Erkundungshandeln und das innere Probehandeln. Hilfen, die den Schülern zur Verfügung gestellt werden, dienen der Sicherung von Zwischenlösungen, um die Komplexität kognitiver Operationen zu begrenzen. Dazu eignen sich für das direkt-lösungsbezogene und das systematische Erkundungshandeln Halbzeuge, reale Bauelemente, technische Baukästen, Papier und Stifte, für das systematische Erkundungshandeln und für das innere Probehandeln Zeichenpapier und Stifte, Metaplan-Materialien, Abbildungen, Schulbücher, Tabellen usw. Zeigt es sich, dass die Schüler in dieser Phase unwichtige Informationen nicht von wichtigen unterscheiden oder dass sie ohne Hilfe des Lehrers keine Informationen erschließen können, muss zu einer der vorhergehenden Phasen zurückgegangen werden. Ursachen sind bevorzugt in der unzureichenden Präzisierung der Problemstellung oder in den Fragestellungen, die die Erkundung leiten, zu suchen. In dieser Phase der Auseinandersetzung sollte die Problemlösung selbst noch nicht in Angriff genommen werden, Gegenstand des Unterrichts ist noch das Explorieren, nicht das Bewältigen.

Sammlung und Entscheidung

Die Ergebnisse der Erkundungsphase müssen nebeneinandergestellt und verglichen werden. Das Augenmerk der Schüler ist auf die Vielfalt der verschiedenen Lösungsvarianten zu richten. Im Rückgriff auf die Präzisierung der Problemstellung müssen sie bewertet und die zweckmäßigsten ausgewählt werden. Die Lehrkraft sollte damit rechnen, dass in der Diskussion weitere Varianten aufgeworfen werden (z. B. Kompromisse aus zwei Ansätzen), aber auch, dass evt. die Anforderungen an die Lösung, die in der ersten Strukturierungsphase formuliert wurden, hier noch einmal angepasst werden. Wenn damit das Ziel verfolgt werden kann, spricht einiges dafür, das zuzulassen. In dieser Phase kann zum ersten Mal so etwas wie ein tragfähiger Handlungsplan entstehen. Seine Eckpunkte sind Zielformulierung, Ver-

wirklichungsvarianten, Repräsentationen der Endsituationen (ergebnisbezogene Kriterien), zweckmäßige Mittel und relevante Umgebungsbedingungen.

Umsetzungsphase

Erst jetzt folgt die Umsetzung der Aufgabenstellung. Ziel der Entscheidungsphase war nicht Uniformität, sondern das Ausschließen ungeeigneter Lösungen und das Aufzeigen und Bewerten mehrerer gangbarer Wege. Es ist wünschenswert, dass unterschiedliche Varianten verwirklicht werden – lauter gleiche Ergebnisse sind „didaktisch verdächtig". Im Idealfall kann die Lehrkraft in dieser Phase individuell fördern, da den meisten Schülern das Was und das Wie des Unterrichts klar sein müsste.

Die Umsetzung erschöpft sich allerdings nicht im Verwirklichen einer materialen Lösung, in einem hergestellten „Werkstück". Sie umfasst das Erleben des Sachverhaltes, der den Handlungsanlass gegeben hat. Zur Erinnerung: Ein Zweck ist ein Sachverhalt in der Zukunft. Wird dies nicht berücksichtigt, würde abschließend der Sinn der gesamten Auseinandersetzung in Frage gestellt. Das heißt konkret, dass nun das Spiel, das entwickelt und hergestellt wurde, gespielt wird, dass mit den Fahrrädern, die gewartet wurden, eine gemeinsame Ausfahrt gemacht wird, dass das Planspiel, das gespielt wurde, in einer Diskussion mit Beteiligten eines ähnlichen Entscheidungsprozesses rekapituliert wird.

Abstraktionsphase

Für das Ende des Lernprozesses bieten sich verschiedene Varianten an. Allen ist zu eigen, dass sie den situativ gewählten Lösungsprozess auf eine abstrakte Ebene heben. Varianten sind eine rückblickende Bewertung der Vorgehensweise, die Suche nach Beispielen, in denen eine im Lernprozess entdeckte Lösung in der technischen Welt bedeutsam ist usw. Diese Phase darf nicht fehlen, sonst ist der Lerneffekt zu gering für den investierten Aufwand. An ihr wird deutlich, wie wichtig es ist, das hier Aufgezeigte als Phasen der Auseinandersetzung zu verstehen und nicht als Ablaufschema. In der Wirklichkeit des täglichen Unterrichts wird es viele Gelegenheiten geben, das situative Geschehen auf eine objektive Ebene zu heben. Immer dann handelt es sich um Abstraktionsphasen – sie sollten nicht erst am Ende zugelassen werden. Ihre Diskussionen und Erkenntnisse sollten für die abschließende Abstraktionsphase gesammelt werden. Sie sind gleichsam der Humus, auf dem das Lernen in dieser Situation weiter wächst.

7.3 Technisches Handeln von Kindern und Jugendlichen als Schwerpunkt didaktischer Forschung

Der letzte Gedanke sollte eigentlich selbstverständlich sein, er ist es aber durchaus nicht. In der didaktischen Diskussion der vergangenen Jahre wurde das Schulfach Technik profiliert. Bestimmend war dabei eine Auseinandersetzung um den Gegenstand des Faches: Wie stark wird er gebildet von der Technik in ihrer kulturellen Vielfalt und Bedeutung? Welche Rolle spielen die Technikwissenschaften als Bezugsdomäne und welche die gesellschaftliche Realität der Arbeitswelt, in der Technik nicht selbstbestimmt verwendet werden kann, sondern im Korsett ökonomischer Rahmenbedingungen? Welcher Anteil wird real vorfindlicher Technik zugemessen und wie stark werden eigene, materiale Hervorbringungen der Schülerinnen und Schüler gewichtet?

Innerhalb der verschiedenen didaktischen Strömungen wurden Konzepte zu Zielrichtungen, Inhalten und Methoden entwickelt. Allerdings wurde darüber der Blick auf die Schülerinnen und Schüler in den Hintergrund gedrängt. Der Stand empirischer Forschung wurde im Kapitel 6.2.3 dargestellt und kann hier noch um die von Kosack zum Wahlverhalten von Mädchen und Jungen bezüglich des Technikunterrichts im Wahlpflichtbereich ergänzt werden (Kosack 1994). Insgesamt führten die empirischen Untersuchungen in der didaktischen Literatur aber zu geringer Resonanz.

Hier wird dafür plädiert, den direkten Blick auf die Schülerinnen und Schüler zu verstärken. Ein gangbarer Weg, dabei eine Überbetonung zu vermeiden, wird in einer Besinnung auf die Bedeutung des technischen Handelns gesehen. Technisches Handeln verbindet die Absicht eines Handlungssubjektes mit den Bedingungen der Umwelt, in der diese Absicht verwirklicht wird. Der Umweltbegriff ist hier weit zu fassen, als Einheit naturaler, humaner und sozialer Dimensionen. Wieder bietet sich der Begriff der soziotechnischen Integration an, da er impliziert, dass Technik erst in der Verknüpfung einer Absicht mit der gegebenen Realität entsteht. Da der Begriff den sozio-politischen Anteil zuungunsten des personalen betont, würde besser von einer *personal-soziotechnischen Integration* gesprochen. Diese begriffliche Unschärfe bedenkend wird im technischen Handeln eine wichtige Schwerpunktbildung für kommende didaktische Forschung gesehen. Es wäre hilfreich, wenn auf besseres Wissen darüber, wie Kinder und Jugendliche Technik entstehen lassen, zurückgegriffen werden könnte. Sie tun dies im Alltag und im Technikunterricht, beide Bereiche müssten untersucht werden. Insbesondere wäre erforderlich, den Bereich der Unterrichtsmethoden durch Handlungsforschung zu beleuchten. Hier wird weniger Nutzen aus Fragestellungen zur Effektivi-

tät einzelner Methoden erwartet – sie sind, das wurde oben gezeigt, im überwiegenden Teil zu gering ausgearbeitet, um überhaupt präzise Fragestellungen formulieren und evaluieren zu können. Wissen darüber, *wie* Kinder und Jugendliche Technik herstellen und nutzen, wie sie dabei Entscheidungen treffen, wäre von großer Bedeutung, gerade auch für die Weiterentwicklung der Methoden des Faches.

Und ein letzter Aspekt: Wie unterstützen Lehrkräfte ihre Schülerinnen und Schüler im Technikunterricht, wenn sie mit einem Problem nicht weiterkommen? Nach welchen Gesichtspunkten helfen sie? Beobachten und analysieren sie dazu deren Vorgehensweise? Urhane et al. beispielsweise stellen in einer kulturvergleichenden Studie zu diagnostischen Fähigkeiten von Lehrkräften fest, dass sie im kognitiven Leistungsbereich durchaus gut entwickelt ist, in den Bereichen motivationaler und prozeduraler Aspekte jedoch nur rudimentär. Sie untersuchten auch die Effekte, die daraus entstehen und stellen fest: „Ein negatives Lehrerurteil über die Schülerleistung kann zu einem niedrigen Fähigkeitsselbstkonzept [des Schülers] beitragen, doch ist es ebenso möglich, dass ein niedriges Fähigkeitsselbstkonzept Lehrer erst zu einem negativen Urteil über den Schüler veranlasst.“ (Urhane et al. 2010, S. 286) Das bedeutet in letzter Konsequenz, dass sich im negativen Fall ein Schüler aufgrund eines undifferenzierten Urteils der Lehrkraft deutlich schlechter entwickelt, als ihm das möglich wäre, und die Lehrkraft sich in Anbetracht der aus dem Fehlurteil entstehenden Unsicherheit des Schülers bestätigt fühlt.

Der Bereich der Diagnose des Lernprozesses und –erfolgs ist auch in der Technikdidaktik noch nicht ausreichend entwickelt. Die Diagnose, die erfasst, wie Schüler sich einem Problem nähern und es bewältigen, ist eine Grundlage, ohne die die Wirksamkeit von Fördermaßnahmen zu weiten Teilen dem Zufall überlassen bleiben. Die Auswertung der Handlungsstrukturpläne (Kapitel 6.6.2) zeigt, dass dieses Instrumentarium durchaus herangezogen werden kann, um technische Handlungen auch unter erweiterten Fragestellungen zu analysieren. Aus der Sicht technischer Theorie und Praxis können Handlungen mit den Strukturplänen auf die Varianz der eingesetzten Operatoren und Mittel untersucht werden, auf das Vorhandensein und die Platzierung von Informationsbeschaffungen durch Tests bzw. durch Auswertung externer Informationsquellen, aber auch auf das Einschieben von Reflexions- und Planungsphasen hin. Dies zielt auf eine qualitative Handlungsdiagnose ab, weniger auf eine Quantifizierung bestimmter Handlungsmerkmale.

Aus der Sicht Technischer Bildung erlauben die Strukturpläne Einblicke nicht nur in die Art der Bewältigung technischer Probleme, sondern in weitergehende Handlungsmuster. Sie bie-

ten eine Visualisierung, mit der die strategische Ausrichtung zweckverfolgender Handlungen allgemein beschrieben und diskutiert werden kann. In Kombination mit den offenen Beschreibungen könnte eine sehr tiefgehende Diagnose der Handlungsfähigkeit von Schülern erstellt werden. Das methodische Instrumentarium dieser Untersuchung ist allerdings zur Beschreibung und Analyse der Art und Weise, in der Kinder Reparaturaufgaben angehen, entwickelt worden. Um es für eine weitergehende Diagnostik nutzbar zu machen, müsste es zunächst auf allgemeines technisches Handeln generalisiert werden. Aus den Analysen könnten Fördermaßnahmen entwickelt und deren Wirksamkeit evaluiert werden.

Ein letzter Aspekt sei erwähnt, auch wenn er nur sehr vage erläutert werden kann: In Gesprächen mit den Lehrkräften der Probanden, die rund um die Datensammlung stattfanden, ergaben sich wiederholt auffallende Übereinstimmungen zwischen den Einschätzungen der Lehrkräfte in Bezug auf das allgemeine Arbeits- und Lernverhalten und den Beobachtungen des Versuchsleiters. Inwiefern das zufällige „Momentaufnahmen“ sind oder aber stabile Zusammenhänge, müsste eine Folgestudie untersuchen. Sollte sich diese Vermutung bestätigen, wäre ein einfach zu handhabendes Diagnoseinstrument zum Lernen von Schülerinnen und Schülern gegeben, dessen Bedeutung weit über den Einflussbereich Technischer Bildung hinausgeht.

7.4 Schlussbemerkungen

Studien zur Technikdidaktik verweisen oft an zentraler Stelle auf die grundlegende Bedeutung der Technik für den Menschen – auch in dieser Untersuchung wurde darauf nicht verzichtet. Die *Omnipräsenz der Technik* ist dabei ein immer wiederwiederkehrender Topos: Kein Lebensbereich, in den die Technik im Verlauf der Menschheitsgeschichte nicht vorgedrungen wäre, keine von der Technik unberührten „weißen Flecken“, immer mehr menschliche „Funktionen“, die durch technische Mittel ersetzt werden.

Diesen Bildern ist gemeinsam, dass sie eine gedankliche Unschärfe erzeugen, indem sie „die Technik“ als einen Gegen-Stand des Menschen darstellen. Sie werden genutzt, weil technische Gegenstände sichtbar sind und sich damit als Kristallisationspunkt einer Auseinandersetzung aufdrängen. An einer anthropogen überformten Landschaft beispielsweise lässt sich zeigen, wie der Mensch die Natur zu einem Artefakt macht, zu einer künstlich hergestellten Sache. Dass er die Welt immer in gewisser Weise zur Sache macht, wenn er sie geistig erfasst und strukturiert, wird dabei selten berücksichtigt. Das Benennen von Sachverhalten mit Begriffen, das Hineinsehen von Ordnungen und Gesetzen in die faktisch gegebene Natur,

das Aufteilen einer Gegebenheit in Elemente und Beziehungen – all dies macht die Welt zum Gegen-Stand. Eine Besonderheit von Technik ist, dass sie in materialen Veränderungen der Welt mündet. Das macht sie unübersehbarer als andere Formen der Weltgestaltung, etwa die der Sprachlichkeit, der philosophischen Analyse, der sozialen und politischen Organisation.

Der Begriff des technischen Handelns scheint dagegen geeigneter zu sein, will man sich der Technizität des Menschen nähern. Der Mensch handelt auf eine bestimmte Weise in seiner Umwelt. Er verfolgt dabei Absichten, setzt sich Ziele, nutzt Mittel, bedient sich verschiedener Verfahren; er „liest" die Welt, analysiert sie und synthetisiert die Elemente zu neuen Gestalten; er bringt damit neue Sinnzusammenhänge in die Welt. Das Technische in seinem Wesen besteht nicht allein darin, dass er Sachen hervorbringt. Dass der Mensch dabei mittelbar vorgeht, dass er die Instrumentalität von Gegenständen erkennt und sie in seine Handlung integriert, dass er dabei bewertet, was im Zusammenhang seiner Wünsche und den Bedingungen der Umgebung zweckmäßig ist: Das ist das Phänomen, das bei der Auseinandersetzung mit dem Begriff des technischen Handelns in dieser Untersuchung immer deutlicher hervorgetreten ist. Ropohls Begriff der soziotechnischen Integration trifft diese Gegebenheit sehr genau – wenn hinter seiner Abstraktheit die Sinnhaltigkeit, ohne die Technik nicht denkbar ist, nicht vergessen wird. Im technischen Handeln bringt der Mensch auf eine bestimmte Art und Weise neue Bedeutungen in die Welt. Er sieht die Handlungsumgebung als Werkzeug für das Erreichen seiner Ziele. Nachdem er seine Zwecke erfüllt hat, ist dieser Zusammenhang nicht mehr direkt erkennbar, existiert aber noch in den Folgen. Für sie trägt der Handelnde Ver-Antwortung vor jedem, der ihm dazu Fragen stellt.

Bildung, die die menschliche Technizität als wichtige persönliche und gesellschaftliche Dimension versteht, muss sie auch als Entwicklungs- und Vermittlungsaufgabe für die Schule verstehen – vom Kind und von der Gesellschaft aus. Ansonsten kann sie keinen berechtigten Anspruch auf Allgemeinheit erheben. Technische Bildung, also der Bereich der Bildung, der Kinder in eine Auseinandersetzung mit ihrer eigenen Technizität und mit der zur „Technosphäre" gestalteten Welt bringt, sollte das technische Handeln als „Werdensbrennpunkt" (Roth 1999, S. 158) verstehen. Dabei muss es in seiner Vielfalt thematisiert werden, wie es im allgemeinen Modell technischen Handelns entwickelt wurde. Leitintention wäre, den sich Bildenden in die Lage zu versetzen, in alltäglichen Lebenssituationen zu einer „differenzierenden Handlungsfähigkeit" zu gelangen. Damit ist gemeint, dass er in einer Handlungssituation…

- seine Absicht präzisieren und dabei die vielfältige Interessenlage auch anderer berücksichtigen kann,
- Bedingungen des Handlungsumfeldes ermitteln kann,
- ein konkretes Ziel formulieren und den Handlungsprozess in Teilschritte unterteilen kann,
- Folgen seiner Handlung möglichst früh bedenken und vor der Interessenslage anderer bewerten kann,
- Alternativen erkennen, entwickeln und bewerten kann,
- Mittel zweckmäßig auswählen und einsetzen kann,
- den Handlungsprozess so regulieren kann, dass er „gut funktioniert“ und
- die im Zusammenhang mit seiner Handlung erarbeiteten sachlichen Strukturen und die getroffenen Bewertungen und Entscheidung auf andere Situationen übertragen kann.

Wichtig ist dabei ein Ineinandergreifen von Zielsetzungen, Gegenstandsbereichen und Methoden der Auseinandersetzung mit der Welt. Technikunterricht wird überall dort bedeutsam bleiben und werden, wo ohne technisches Verständnis Entscheidungen nicht so differenziert und zweckmäßig getroffen und in Handlungen umgesetzt werden wie mit einem solchen.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: System der technologischen Vorgänge (nach: Wolffgramm 2012, S. 98) 53
Tabelle 2: Prozentuale Häufigkeiten der identitätsrelevanten Bedeutung von Objekten bei Jungen und Mädchen (Ausschnitt nach Laser et al. 1999, S. 145) 67
Tabelle 3: Rahmenmotivationen und ihre motivspezifischen Emotionen im allgemeinen Person-Welt-Bezug von Substantivierung und Objektivierung und im Spannungsfeld von Vergegenständlichung und Aneignung (in: Holodynski und Oerter 2002, S. 557) 75
Tabelle 4: Merkmale von Technik nach Sachs, an einem Beispiel konkretisiert 85
Tabelle 5: Das Modell des Fertigkeitserwerbs von Dreyfus/Dreyfus (zit. nach Neuweg 2004, S. 133) 115
Tabelle 6: Ausprägungen der Merkmale technischer Handlungen 125
Tabelle 7: Beispiele für Ausprägungen der Merkmale technischer Handlungen 126
Tabelle 8: Konkretisieren von Handlungen zum sicheren Normalbetrieb technischer Systeme 174
Tabelle 9: Vergleich poietische und nicht-poietische Schulfächer 248
Tabelle 10: Vergleich der Phasen des Designprozesses (Bonsiepe 1967, zitiert nach Wilkening 1970, S. 198) und Wilkenings Phasen des Erkenntnis- und Problemlöseprozesses 253
Tabelle 11: Kategoriensystem zur strategischen Ausprägung der Handlungen 282
Tabelle 12: Auflösungsgrade in der Handlungsbeobachtung 288
Tabelle 13: Inhaltliche Aussagekraft und Ausmaß an Objektivität in der verfolgten Strategie der Handlungsgliederung 290
Tabelle 14: Reflexionsphasen aller 60 Handlungen 337
Tabelle 15: Vergleich der Merkmalsverteilung 350
Tabelle 16: Merkmale der präaktionalen Handlungspläne 353
Tabelle 17: Technikbezug des familiären Umfeldes 355
Tabelle 18: Technikzugang der Probanden 356
Tabelle 19: Geschlechterverteilung der Stichprobe 358
Tabelle 20: Handlungsperformanz nach dem Alter der Probanden geordnet 359
Tabelle 21: Vergleich zwischen der Technikprägung des familiären Umfeldes und des persönlichen Technikstils mit der strategischen Ausrichtung der Handlungen 367
Tabelle 22: Häufigkeit der im Technikunterricht angestrebten Ziele (in: Bleher 2001, S. 222) 386
Tabelle 23: Vorschläge zur Förderung der Fachkompetenz im Technikunterricht (in: Bleher 2001, S. 240 f.) 387
Tabelle 24: Synopse der Unterrichtsmethoden nach Henseler und Höpken (1996, S. 60 ff.) 396

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Forschungsdesign der Studie 20
Abbildung 2: Grundschema einer Handlung 32
Abbildung 3: Verzweigungsmodelle eines Handlungsprozesses 32
Abbildung 4: Das Rubikonmodell der Handlungsphasen (nach: Achtziger und Gollwitzer 2006, S. 278) und seine schematische Darstellung 33
Abbildung 5: Hierarchisch-sequentielle Handlungsorganisation (in: Volpert 1983, S. 43) 34
Abbildung 6: Blockdiagramm einer TOTE-Einheit (nach Dörner 1987, S. 40) 35
Abbildung 7: Blockdiagramm eines Regelkreises (nach: Dörner 2008, S. 37) 36
Abbildung 8: Handlungskreis bei Ropohl (in: 2009, S. 100) 37
Abbildung 9: Netzdarstellung einer Episode aus Robinson Crusoe (in: Aebli 1980, S. 145) 38
Abbildung 10: Konzepte der Systemtheorie (in: Ropohl 2009, S. 76) 54
Abbildung 11: Blockschema eines Handlungssystems (in: Ropohl 2009, S. 97) 56
Abbildung 12: Vermittlungs- und Wechselbeziehungen zwischen Handeln, Entwicklung und Kultur (nach: Brandtstädter 2001, S. 28) 60
Abbildung 13: Bedeutungsebenen einer Handlung 63
Abbildung 14: Die Beziehungen zwischen Handlungssubjekt, Handlungsobjekt und Umwelt 64
Abbildung 15: Zwei Modi der intentionalen Selbstentwicklung 66
Abbildung 16: Modell eines Handlungsprozesses 71
Abbildung 17: Motive in Subjekt-Umwelt-Beziehungen 77
Abbildung 18: Zweck-Motiv-Struktur einer Handlung 78
Abbildung 19: Zweck-Motiv-Mittel-Struktur einer Handlung 79
Abbildung 20: Online-Angebot eines Kleidungsstücks (in: http://www.kik-textilien.de/de/top-49.html) 84
Abbildung 21: Prinzipien vierfältigen Technikunterrichts (in: Wiesmüller 2006, S. 278) 101
Abbildung 22: Modi technischer Handlungen 113
Abbildung 23: Tetraeder geistiger Bewältigung der Technik (zuletzt: Wiesmüller 15.09.2012, S. 4) 130
Abbildung 24: Beziehungsgefüge der Merkmale technischer Handlungen 136
Abbildung 25: Allgemeines Modell technischen Handelns 138
Abbildung 26: Technische Handlungsbereiche, nach der Produktontogenese geordnet 144
Abbildung 27: Funktionsbaum am Beispiel der allgemeinen Funktion „Güter transportieren“ (in: Ponn und Lindemann 2008, S. 62) 149
Abbildung 28: Einflüsse des Fertigungsverfahrens auf die Produktgestalt (in: Ponn und Lindemann 2008, S. 135) 150
Abbildung 29: Dimensionen der technischen Wirklichkeit (nach: Tuchel 1967, S. 31) 160
Abbildung 30: Ablaufstruktur der Technikverwendung (in: Ropohl 2009, S. 169) 161
Abbildung 31: Handlungsstruktur beim Bedienen/Gebrauchen von Sachsystemen (in: Fies 2011, S. 11) 164
Abbildung 32: Dimensionen von Technikbildern nach Hofkirchner (1996, S. 69) 170

Abbildung 33: Struktur des Handlungsbereiches „Verwendung" in institutionalisierten Zusammenhängen 173
Abbildung 34: Instandhaltung als Thema der beruflichen Ausbildung (in: Hahn et al. 2007, S. 202) 179
Abbildung 35: Vergleich von drei Ablaufstrukturen technischer Nutzungshandlungen (von links nach rechts: Ropohl, Hahn, Fies) 181
Abbildung 36: Ablaufstruktur einer Verwendung technischer Objekte 183
Abbildung 37: Ordnungsrahmen für eine Theorie der Technikverwendung 191
Abbildung 38: technisches Handeln im Kontext menschlicher Aktionen 200
Abbildung 39: Dimensionen und Erkenntnisperspektiven der Technik (in: Ropohl 2009, S. 32) 201
Abbildung 40: Hierarchie der menschlichen Handlungssysteme (in: Ropohl 2009, S. 108) 207
Abbildung 41: Das Modell technischer Handlungen im Zusammenhang mit dem Begriff der Person 224
Abbildung 42: Koordinierte Daten beim Greifen (in: Engelkamp 2006, S. 412) 227
Abbildung 43: Die Logik der Entstehung senso-motorischer Strukturen zur Handlungskontrolle (in: Hummel 2006, S. 543) 230
Abbildung 44: Hierarchische Struktur des Selbstkonzeptes bei Shavelson (in: Amelang 2006, S. 408) 236
Abbildung 45: Zeitlicher Ablauf der deskriptiv-phänomenologischen Untersuchung 267
Abbildung 46: Das Ballspiel (Aufgabe 1) 274
Abbildung 47: Der Tanka (Aufgabe 2) 276
Abbildung 48: Die Haarklammer (Aufgabe 3) 277
Abbildung 49: Vertaktung, tatsächliche Aktionsdauer und Protokollierung 290
Abbildung 50: Beispiel für ein Handlungsprotokoll 292
Abbildung 51: Schema der Handlungsstrukturpläne (mit Legende) 294
Abbildung 52: Strategien in den Strukturplänen 295
Abbildung 53: Muster der Zielannäherung 296
Abbildung 54: Musterstrukturplan mit Handlungsschleife 297
Abbildung 55: Strukturpläne der Handlungen von Matthias 306
Abbildung 56: Strukturpläne der Handlungen von Claudia 308
Abbildung 57: Strukturpläne der Handlungen von Marion 314
Abbildung 58: Strukturplan der Tanka-Aufgabe von Piet 316
Abbildung 59: Beispiele für Handlungsabbrüche, denen unmittelbar kein Test vorausgeht 317
Abbildung 60: Strukturplan der Haarklammer-Aufgabe von Sabrina 324
Abbildung 61: Strukturplan der Ballspiel-Aufgabe von Lili 326
Abbildung 62: Strukturplan von Naomis Haarklammer-Aufgabe 330
Abbildung 63: Die Handlungsstrukturpläne von Jakob 342
Abbildung 64: Die Handlungsstrukturpläne von Naomi 343
Abbildung 65: Die Handlungsstrukturpläne von Piet 344
Abbildung 66: Die Handlungsstrukturpläne von Falco 344
Abbildung 67: Die Handlungsstrukturpläne von Rieke 345
Abbildung 68: Die Handlungsstrukturpläne von Lilli 346

Abbildung 69: Vergleich einiger Strukturpläne der Aufgaben Ballspiel (oben) und Tanka (unten) 347
Abbildung 70: Beispiele für kurzkettige Strukturpläne der Haarklammer-Aufgabe 348
Abbildung 71: Darstellung des Handlungsverlaufs in der Vorstudie (oben: Gesamtverlauf, unten: Detail) 372
Abbildung 72: Detail der Darstellung aus der Vorstudie unter hoher Datenauflösung 372
Abbildung 73: Vergleich der Problem- und Handlungsfelder mit dem allgemeinen Modell technischer Handlungen 389
Abbildung 74: Das Handlungsmodell als Suchmatrix für Unterrichtsinhalte 391
Abbildung 75: Handlungsschema der Methoden des Technikunterrichts 397
Abbildung 76: Entwicklung des Probehandelns nach Wiesenfarth (in: Binder 2013a, S. 11) 405
Abbildung 77: Erkundungshandeln im Problemlöseprozess (nach Binder 2013a, S. 12) 406

Binder, Martin	11.04.1962
(Name, Vorname)	(geboren am)

Pädagogische Hochschule Weingarten

Versicherung an Eides Statt

Ich erkläre, dass

- ich meine Dissertation über das Thema:
  „Technisches Handeln – Eine Studie zu einem zentralen Begriff Technischer Bildung“
  selbstständig verfasst habe, keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe und sämtliche Stellen, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken entnommen sind, in jedem einzelnen Fall unter genauer Angabe der Quelle (einschließlich des World Wide Web sowie anderer elektronischer Datensammlungen) deutlich als Entlehnung kenntlich gemacht habe. Dies gilt auch für angefügte Zeichnungen, bildliche Darstellungen, Skizzen und dergleichen.

- mir bei der Anfertigung meiner Dissertation nur die nachstehend aufgeführten Personen in der jeweils beschriebenen Weise entgeltlich / unentgeltlich geholfen haben und ich darüber hinaus keine Promotionsvermittlung oder -beratung in Anspruch genommen habe.

1. Sabine Binder:	Zweitkodierung der Datensätze der Vorstudie; Hilfe beim Transkribieren	(UNENTGELTLICH)
2. Gertrud Binder:	Hilfe beim Transkribieren	(UNENTGELTLICH)
3. Ute Fischer:	Korrekturlesen (Orthographie, Sprachstil), Diskussion über Aspekte der Arbeit	(UNENTGELTLICH)
4. Burkhard Sachs:	Diskussion über Aspekte der Arbeit	(UNENTGELTLICH)
5. Jakob Ossner:	Diskussion über Aspekte der Arbeit	(UNENTGELTLICH)
6. Bernd Haasler:	Diskussion über Aspekte der Arbeit	(UNENTGELTLICH)

Ich bestätige die Richtigkeit dieser Erklärung und versichere an Eides Statt, dass ich nach bestem Wissen die reine Wahrheit erklärt und nichts verschwiegen habe.

Weingarten,	10.Januar 2014	M. Binder
Ort	Datum	Unterschrift

Die Informationen[1] zur Bedeutung der eidesstattlichen Versicherung und zu den strafrechtlichen Folgen einer unrichtigen oder unvollständigen eidesstattlichen Versicherung habe ich zur Kenntnis genommen.

Weingarten,	10.Januar 2014	M. Binder
Ort	Datum	Unterschrift

[1] Die eidesstattliche Versicherung ist eine Beteuerung, mit der bekräftigt wird, dass eine bestimmte Erklärung der Wahrheit entspricht. Besondere Rechtsbedeutung erlangt die Versicherung an Eides Statt dadurch, dass nach § 156 Strafgesetzbuch (StGB) die Abgabe einer unwahren eidesstattlichen Versicherung eine Straftat darstellt. Gibt eine Person also eine eidesstattliche Versicherung ab und erklärt dabei die Unwahrheit, so macht sie sich strafbar.

Gemäß § 156 StGB wird die Abgabe einer falschen eidesstattlichen Versicherung oder die Berufung auf eine solche Versicherung gegenüber einer zuständigen Behörde mit bis zu drei Jahren Freiheitsstrafe oder mit Geldstrafe bestraft.

§156
Falsche Versicherung an Eides Statt

„Wer vor einer zur Abnahme einer Versicherung an Eides Statt zuständigen Behörde eine solche Versicherung falsch abgibt oder unter Berufung auf eine solche Versicherung falsch aussagt, wird mit Freiheitsstrafe bis zu drei Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.“

Literaturverzeichnis

Acatech (2009): Strategie zur Förderung des Nachwuchses in Technik und Naturwissenschaft. Handlungsempfehlungen f. d. Gegenwart, Forschungsbedarf f. d. Zukunft. In: *acatech - bezieht Position* (4). Online verfügbar unter http://www.acatech.de/fileadmin /user_upload/ Baumstruktur_nach_ Website/Acatech/root/de/ Publikationen/ Stellungnahmen/acatech_bezieht_Position_Nachwuchs strategie.pdf.

Acatech (2011): Monitoring von Motivationskonzepten für den Techniknachwuchs (MoMoTech). In: *acatech- berichtet und empfiehlt* (5), S. 1–118. Online verfügbar unter http://www.acatech.de/file admin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Projektberichte/ acatech_Berichtet-und-Empfiehlt_ MoMoTech_WEB.pdf.

Acatech; VDI (Hg.) (2009): Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften. Wuppertal: Druckhaus Ley + Wiegandt.

Achtziger, Anja; Gollwitzer, Peter (2006): Motivation und Volition im Handlungsverlauf. In: Jutta Heckhausen und Heinz Heckhausen (Hg.): Motivation und Handeln. 3. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 277–294.

Adolph, Gottfried (2001): Wissensaneignung durch Handeln und Gestalten. In: Fischer, Martin et al. (Hg.): Gestalten statt Anpassen in Arbeit, Technik und Beruf. Bielefeld: Bertelsmann, S.171-188.

Aebli, Hans (1980): Denken, das Ordnen des Tuns. Stuttgart: Klett-Cotta.

Aebli, Hans (1982): Über die geistige Entwicklung des Kindes. Frankfurt a. M.: Ullstein.

Albrecht, Patrick; Brodersen, Jens; Horst, Dieter W.; Scherf, Miriam (2011): Mehrweg- und Recyclingsysteme für ausgewählte Getränkeverpackungen aus Nachhaltigkeitssicht. Online verfügbar unter http://www.duh.de/uploads/media/PwC-Studie_Deutsch-Lesever sion_01.pdf, zuletzt aktualisiert am 13.01.2012, zuletzt geprüft am 20.08.2013.

Amelang, Manfred (Hg.) (2006): Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung. 6. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer.

Amman, Jost; Sachs, Hans (1568): Eygentliche Beschreibung aller Stände auff Erden, hoher und nidriger, geistlicher und weltlicher, aller Künsten, Handwercken und Händeln … Durch d. weitberümpten Hans Sachsen gantz fleissig beschrieben u. in teutsche Reimen gefasset. Frankfurt a.M.: Feyerabend. Online verfügbar unter http://www.digitalis.uni-koeln.de/Amman/amman_index.html, zuletzt geprüft am 29.09.2012.

Andreas, Reinhard (1982): Subjektive Handlungstheorien bei Kindern. Augsburg: o. A.

Arbeitsgemeinschaft Instandhaltung Gebäudetechnik (Hg.) (2012): Leitfaden zur Vergabe von Instandhaltungsleistungen für die Technische Gebäudeausrüstung. Online verfügbar unter http://www.gks-klima-service.de/info/info101.pdf, zuletzt geprüft am 30.08.2012.

Aristoteles; Dirlmeier, Franz; Schmidt, Ernst A. (1983): Nikomachische Ethik. Stuttgart: Reclam.

Asmus, Sieghard (1978): Zum Verhältnis von technischem und ökonomischem Lernen. München: Minerva Publikationen.

Atteslander, Peter (2003): Methoden der empirischen Sozialforschung. 10. Aufl. Berlin: Walter de Gruyter.

Bader, Reinhard; Sloane, Peter F. E. (Hg.) (2000): Lernen in Lernfeldern. Theoretische Analysen und Gestaltungsansätze zum Lernfeldkonzept; Beiträge zur Fachtagung vom 25. - 26. November 1999 in Magdeburg: Lernen in Lernfeldern. Magdeburg: Eusl.

Banse, Gerhard (Hg.) (1997): Auf dem Weg zur Konstruktionswissenschaft. Recherchen im Bereich der Konstruktionstheorie und -methodologie aus der Sicht der Technikphilosophie. Cottbus: Lehrstuhl für Technikphilosophie, Brandenburgische Technische Universität.

Banse, Gerhard (2000): Konstruieren im Spannungsfeld: Kunst, Wissenschaft oder beides? In: Gerhard Banse (Hg.): Konstruieren zwischen Kunst und Wissenschaft. Idee - Entwurf - Gestaltung. Berlin: Ed. Sigma, S. 19–79.

Banse, Gerhard (2003): Was hat Technik mit Toleranz zu tun? In: Siegfried Wollgast (Hg.): Toleranz: ihre historische Genese, ihre Chancen und Grenzen im 21. Jahrhundert. Konferenz der Leibniz-Sozietät e.V. und des Mittelstandsverbandes Oberhavel e.V. am 26. Oktober 2002 in Oranienburg. Berlin: Trafo-Verl. Weist.

Banse, Gerhard; Hauser, Robert (2010): Technik und Kultur – ein Überblick. In: Gerhard Banse und Armin Grunwald (Hg.): Technik und Kultur. Bedingungs- und Beeinflussungsverhältnisse. Karlsruhe: KIT Scientific Publ, S. 17–40.

Banse, Gerhard; Grunwald, Armin (Hg.) (2010): Technik und Kultur. Bedingungs- und Beeinflussungsverhältnisse. Karlsruhe: KIT Scientific Publ.

Bartmann, Dieter; Beckmann, Martin Josef (1989): Lagerhaltung. Modelle und Methoden. Berlin (u. a.): Springer Verlag.

Bauer, Waldemar; Fischer, Martin (2007): Konkurrierende Konzepte für die Arbeitsprozessorientierung in der deutschen Curriculumentwicklung. In: *Europäische Zeitschrift für Berufsbildung* (40), S. 157–167.

Baumert, Jürgen (1996): Technisches Problemlösen im Grundschulalter: Zum Verhältnis von Alltags- und Schulwissen. Eine kulturvergleichende Studie. In: Achim Leschinsky (Hg.): Die Institutionalisierung von Lehren und Lernen. Beiträge zu einer Theorie der Schule. Weinheim, Basel: Beltz, S. 187–209.

Beer, Bettina (Hg.) (2006): Ethnologie. Einführung und Überblick. 6. Aufl. Berlin: Reimer.

Beier, Lars-Olav (2013): Die Ausputzer. In: *Der Spiegel* (35), S. 102–103.

Beinbrech, Christina (2003a): Zur Förderung des Problemlöseverhaltens im technikbezogenen Sachunterricht. In: Diethard Cech und Hans-Joachim Schwier (Hg.): Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht. 12. Jahrestagung der GDSU im März 2002 in Halle/Saale. Bad Heilbrunn/Obb: Klinkhardt, S. 125–142.

Beinbrech, Christina (2003b): Problemlösen im Sachunterricht der Grundschule. Eine empirische Studie zur Gestaltung von Lehr-Lernumgebungen im Hinblick auf die Förderung des Problemlöseverhaltens im Sachunterricht. Universität Münster. Online verfügbar unter http://miami.uni-muenster.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-1307/Diss_Bein brech.pdf, zuletzt geprüft am 02.01.2013.

Beitz, Wolfgang (Hg.) (1990): Dubbel Taschenbuch für den Maschinenbau. 17. Aufl. Berlin (u. a.): Springer Verlag.

Bertsch, Karl K.; Zug, Ingmar (Hg.) (1971): Albrecht Dürer: Rhinozerus. In: *Meisterwerke der Kunst* (19). Villingen-Schwenningen: Neckar Verlag.

Bethge, Philip (2012): Schatztruhe des Wissens. In: *Der Spiegel* (12), S. 129.

Bienhaus, Wolf (1995): Inhalte. In: Winfried Schmayl und Fritz Wilkening (Hg.): Technikunterricht. 2. Aufl. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 129–144.

Bienhaus, Wolf (2002): Zur Einleitung. In: Wolf Bienhaus (Hg.): Technische Bildung für das ganze Leben. 5. Tagung der DGTB vom 27. - 29. September 2001 in Bayreuth. Villingen-Schwenningen: Neckar Verlag, S. 5–9.

Bienhaus, Wolf; Schlagenhauf, Wilfried (Hg.) (2013): Technische Bildung im Verhältnis zur naturwissenschaftlichen Bildung - Methoden des Technikunterrichts. 13. und 14. Tagung der DGTB in Basel und Wolfsburg. Freiburg i. Br.: DGTB.

Biester, Wolfgang (1974): Werkunterricht unter technischem Aspekt. Begründung und Praxis. 4. Aufl. Bochum: Kamp.

Binder, Gertrud (2010): Grundschulkinder zwischen Selbsteinschätzung und Fremdeinschätzung. Hamburg: Kovac.

Binder, Martin (2011): Artefakte - ein Beitrag zur Grenzbestimmung zwischen naturwissenschaftlicher und technischer Bildung. In: *tu: Zeitschrift für Technik im Unterricht* (140), S. 6–16.

Binder, Martin (2012a): Technisches Handeln - Eine empirische Studie zum Handeln von Grundschulkindern in authentischen Kontexten (Ergebnisse der Vorstudie). Pädagogische Hochschule Weingarten. Weingarten.

Binder, Martin (2012b): Schülerwerkstatt Technik. Pädagogische Hochschule Weingarten. Online verfügbar unter http://www.ph-weingarten.de/technik/Lehrveranstaltungen/ schuelerwerk-statt.php?navanchor=1010030, zuletzt geprüft am 14.12.2013.

Binder, Martin (2013a): Methoden des Technikunterrichts - Probleme der Verknüpfung von Praxis und Theorie. In: *tu: Zeitschrift für Technik im Unterricht* (148), S. 5–13.

Binder, Martin (2013b): Soziotechnisches System. Überlegungen zu einem Standardbegriff der Technik. In: *tu: Zeitschrift für Technik im Unterricht* (144), S. 5–11.

Binder, Martin (2013c): Handlungsbegleitendes Planen - Fallbeispiel der Handlung eines neunjährigen Mädchens. 15. Tagung der DGTB vom 13.-14. September 2013 in Berlin, 14.09.2013.

Binkelmann, Christoph (2007): Theorie der praktischen Freiheit. Fichte - Hegel. Berlin, New York: Walter de Gruyter.

Bleher, Werner (2001): Das Methodenrepertoire von Lehrerinnen und Lehrern des Faches Technik. Eine empirische Untersuchung an Hauptschulen in Baden-Württemberg. Hamburg: Kovac.

Böhle, Fritz; Rose, Helmuth (1992): Technik und Erfahrung. Arbeit in hochautomatisierten Systemen. Frankfurt, New York: Campus.

Boesch, Ernst Eduard (1980): Kultur und Handlung. Einführung in die Kulturpsychologie. Bern: H. Huber.

Bonsiepe, Gui (1967): Glanz und Langeweile der Designmethode. In: *Form - Zeitschrift für Gestaltung* (37), S. 22 ff.

Brand, Franziska (2009): Maßnahmen zur Erhöhung der Rücklaufrate gebrauchter Batterien und dem besseren Umgang mit Batterien. Hg. v. Eidgenössisches Departement für Umwelt. Bern. Online verfügbar unter http://www.bafu.admin.ch/abfall/ 01472/01706/index.html?lang=de&download =NHzLpZeg7t,lnp6I0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCFfH53fmym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A--, zuletzt aktualisiert am 19.05.2009, zuletzt geprüft am 20.08.2013.

Brandtstädter, Jochen (2001): Entwicklung - Intentionalität - Handeln. Stuttgart: W. Kohlhammer.

Brennenstuhl, Waltraud (1981): Ziele der Handlungslogik. In: Hans Lenk (Hg.): Handlungstheorien-interdisziplinär, Bd. 1. München: Fink, S. 35–66.

Breyer, Herbert (1967): Vorschlag zur Begründung, Abgrenzung und Differenzierung des Werkunterrichts in der allgemeinbildenden Schule. Pädagogische Hochschule Berlin. Berlin.

Bruder, Ralph (2002): Natürlich künstlich. Zum gestalteten Verhältnis von Menschen und neuen Medien. In: *ESSENER UNIKATE 17/2002* (17), S. 56–61.

Brunkhorst, Hauke; Kreide, Regina; Lafont, Cristina (2009): Habermas-Handbuch. Stuttgart: Metzler.

Buchheim, Gisela; Sonnemann, Rolf (1990): Geschichte der Technikwissenschaften. Basel, Boston: Birkhäuser.

Bullock, Merry (1994): Zur Entwicklung des kausalen Denkens: Drei Forschungstraditionen. In: Friedrich Försterling (Hg.): Attributionstheorie. Grundlagen und Anwendungen. Göttingen: Hogrefe Verlag für Psychologie, S. 55–72.

Bülthoff, Isabelle; Bülthoff, Heinrich (2006): Objektwahrnehmung. In: Joachim Funke und Peter A. Frensch (Hg.): Handbuch der Allgemeinen Psychologie - Kognition. Göttingen: Hogrefe, S. 166–173.

Bundesinstitut für Bau, Stadt-und Raumforschung (Hg.) (2007): INKAR. Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung. Bonn: Selbstverlag.

Bundestag (Hg.) (2010): Die Grundrechte. Deutscher Bundestag. Online verfügbar unter http://www.bundestag.de/bundestag/aufgaben/rechtsgrundla gen/grundgesetz/gg_01.html, zuletzt aktualisiert am 02.09.2010, zuletzt geprüft am 09.08.2013.

Caspers, Arno F.; Nonnenmacher, Karin (1984): Wie Maschinen funktionieren. Analytische Unterrichtsverfahren als Zugangsmöglichkeit zu maschinentechnischen Inhalten des Technikunterrichts. In: *tu: Zeitschrift für Technik im Unterricht* (34), S. 5–11.

Christes, Johannes (1975): Bildung und Gesellschaft. Die Einschätzung der Bildung und ihrer Vermittler in der griechisch-römischen Antike. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Cranach, Mario von (1994): Die Unterscheidung von Handlungstypen - ein Vorschlag zur Weiterentwicklung der Handlungspsychologie. In: Bärbel Bergmann und Peter Richter (Hg.): Die Handlungsregulationstheorie. Von der Praxis einer Theorie. Göttingen, Seattle: Hogrefe, S. 69–88.

Danner, Helmut (2006): Methoden geisteswissenschaftlicher Pädagogik. Einführung in Hermeneutik, Phänomenologie und Dialektik. Paderborn: Schöningh.

Deker, Christian (2008): Immer mehr Senioren tauschen sich im Internet aus. Hg. v. Heise Online. Heise Zeitschriften Verlag. Online verfügbar unter http://www.heise.de/ newsticker/meldung /Immer-mehr-Senioren-tauschen-sich-im-Internet-aus-192087.html, zuletzt aktualisiert am 21.03.2008, zuletzt geprüft am 07.03.2013.

Deutsches Institut für Fernstudien (Hg.) (1979): Fernstudienlehrgang Arbeitslehre. Entwurfsfassung. Tübingen: Deutsches Institut für Fernstudien.

Dörner, Dietrich (1987): Problemlösen als Informationsverarbeitung. 3. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer.

Dörner, Dietrich (2008): Bauplan für eine Seele. 2. Aufl. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verlag.

Dörner, Dietrich (2011): Die Logik des Misslingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen. 10. Aufl. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verlag.

Dreyfus, Hubert L.; Dreyfus, Stuart E. (1987): Künstliche Intelligenz. Von den Grenzen der Denkmaschine und dem Wert der Intuition. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Duismann, Gerhard H.; Janetzki, Frank (2007): Technikinteresse/Interesse an Technik. In: *Unterricht: Arbeit + Technik* (36), S. 65.

Duncker, Ludwig (1994): Lernen als Kulturaneignung. Schultheoretische Grundlagen des Elementarunterrichts. Weinheim: Beltz.

Dworschak, Manfred (2013a): Eine fast mystische Verbindung. In: *Der Spiegel* (29), S. 122–126.

Dworschak, Manfred (2013b): Jahrmarkt der Schrauber. In: *Der Spiegel* (33), S. 130–131.

EN 62079, 26.10.2005: Erstellen von Anleitungen. Online verfügbar unter ftp://trabant.tr. fh-hannover.de/ Schwarzes_Brett/Schwermer/Projekt-Archiv/WS0809_ DrKaiser_BA _Abrichtspindel/6_Normen/DIN-EN-62079.pdf, zuletzt geprüft am 12.10.2012.

Endepohls-Ulpe, Martina (2011): Grundschule: Geschlechtsrollenentwicklung und Technikerziehung in der Primarstufe. Risiken und Chancen. In: Carmen Ruffer (Hg.): Technikbildung verbessern - von Anfang an. Ausgewählte Forschungsergebnisse des europäischen Projekts UPDATE. Bielefeld: Kompetenzzentrum Technik - Diversity - Chancengleichheit, S. 35–57.

Engelbert, Martha (1954): Stoff und Form. Leitfaden der Technischen Elementarerziehung. Frankfurt a. M: Metzner.

Engelkamp, Johannes; Zimmer, Hubert (2006): Informationsverarbeitung im Dienste des Verhaltens. (2006). In: ders.: Lehrbuch der Kognitiven Psychologie. Göttingen, Bern: Hogrefe, S. 339-494.

Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union (07.06.2006): Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung), Maschinenrichtlinie. In: Amtsblatt der Europäischen Union. Online verfügbar unter http://eur-lex.europa.eu/LexUri Serv/site/de/oj/2006/l_157/l_15720060609de 00240086.pdf, zuletzt geprüft am 27.05.2013.

Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union (27.01.2003): Richtlinie 2002/96/EG über Elektro- und Elektronik-Altgeräte. Online verfügbar unter http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ /LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:037:0024:0038:de:PDF, zuletzt geprüft am 20.08.2013.

Eversheim, Walter (1997): Organisation in der Produktionstechnik. 3. Aufl. Berlin (u. a.) : Springer.

Fähnrich, Harry (Hg.) (1981): Arbeitslehre in der Sekundarstufe I. Reihe 1 Verfahren; Band 1 Betriebserkundung. 2. Aufl. Hannover, Darmstadt, Dortmund: Schroedel.

Faulstich-Wieland, Hannelore; Nuissl, Ekkehard; Siebert, Horst; Weinberg, Johannes (Hg.) (1998): Literatur- und Forschungsreport Weiterbildung. Wissenschaftliche Halbjahreszeitschrift (42). Frankfurt a. M.: PAS.

Feldhusen, Jörg (2011): Konstruktionslehre I - Einführung. Online verfügbar unter https://www.ikt. rwth-aachen.de/fileadmin/downloads/KL_I/V00_-_Einfuehrung.pdf, zuletzt aktualisiert am 10.10.2011, zuletzt geprüft am 25.08.2012.

Fiedler, Klas; Semin, Grün; Finkenauer, Catrin (1994): Welchen Spielraum lässt die Sprache für die Attribution? In: Friedrich Försterling (Hg.): Attributionstheorie. Grundlagen und Anwendungen. Göttingen: Hogrefe, S. 27–54.

Fies, Helmuth (2011): Allgemeine Technologie im Technikunterricht der allgemeinbildenden Schule? - Teil 1. In: *tu: Zeitschrift für Technik im Unterricht* (139), S. 5–19.

Fischer, Andreas; Hahne, Klaus (Hg.) (2006): Strategien und Umsetzungspotenziale einer Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Bielefeld: Bertelsmann.

Fischer, Martin (2006): Arbeitsprozesswissen. In: Felix Rauner (Hg.): Handbuch Berufsbildungsforschung. 2. Aufl. Bielefeld: Bertelsmann, S. 307–315.

Fischer, Peter (2004): Philosophie der Technik. Eine Einführung. Paderborn, Stuttgart: Fink; UTB.

Fischer, Ulrich (2005): Tabellenbuch Metall. 43. Aufl. Haan-Gruiten: Verl. Europa-Lehrmittel.

Fislake, Martin; Kohlhage, Stefan (Hg.) (2007): Kinder-Technik-Ferien-Camps. Online verfügbar unter http://www.technikcamps.de/sites/allgemein.php?MENUE_ID= 3d34435c622f74a6bf3d0356d7dcd991, zuletzt aktualisiert am 20.01.2007, zuletzt geprüft am 17.09.2013.

Flick, Uwe; Kardorff, Ernst von; Steinke, Ines (2007): Qualitative Forschung. Ein Handbuch. 5. Aufl. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verlag.

Flitner, Wilhelm; Herrmann, Ulrich (1987): Gesammelte Schriften. Paderborn (u. a.): Schöningh.

Forst, Rainer; Leick, Romain: Gerechtigkeit ist radikal. In: *Der Spiegel* 2013 (34), S. 106–109.

Frankiewicz, Heinz (1967): Überarbeitete Lehrpläne für den polytechnischen Unterricht. In: *Polytechnische Bildung und Erziehung* (5), S. 181 ff.

Freund, Curt (2010): Die Instandhaltung im Wandel. In: Michael Schenk (Hg.): Instandhaltung technischer Systeme. Methoden und Werkzeuge zur Gewährleistung eines sicheren und wirtschaftlichen Anlagenbetriebs. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 1–22.

Fröbel, Folfer; Heinrichs, Jürgen; Kreye, Otto (2006): Die neue internationale Arbeitsteilung: Ursachen, Erscheinungsformen, Auswirkungen. Online verfügbar unter http://195.243.222.33/ gmh/ main/pdf-files/gmh/1978/1978-01-a-041.pdf, zuletzt aktualisiert am 10.02.2006, zuletzt geprüft am 04.11.2012.

Fröbel, Friedrich (1999): Der Ball als erstes Spielzeug des Kindes. In: Rolf Siller und Günter Walter (Hg.): Zur Entdeckung von Wirklichkeit im Sachunterricht. Texte zur Grundlegung und Entwicklung. Donauwörth: Auer, S. 71–81.

Fuhrer, Urs (1999): Identitätsentwicklung als Bedeutungsbildung in tetradischen Transaktionen. In: Urs Fuhrer (Hg.): Persönliche Objekte, Identität und Entwicklung. Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht, S. 83–108.

Fuhrer, Urs; Josephs, Ingrid (1999): Persönliche Dinge tragen zur Identitätsentwicklung bei! In: Urs Fuhrer (Hg.): Persönliche Objekte, Identität und Entwicklung. Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht, S. 7–15.

Funke, Joachim (2003): Grundbegriffe und Grundfragen. Hg. v. Universität Heidelberg. Online verfügbar unter http://www.psychologie.uni-heidelberg.de/ae/allg/lehre/wct/ m/M01/M0102beg.htm, zuletzt aktualisiert am 13.05.2003, zuletzt geprüft am 05.09.2013.

Funke, Joachim; Glodowski, Anne-Simone (1990): Planen und Problemlösen: Überlegungen zur neuropsychologischen Diagnostik von Basiskompetenzen beim Planen. In: *Zeitschrift für Neuropsychologie* (2), S. 139–148.

Füßler, Claudia (2012): Hegl, SMS! In: *Die Zeit*, 29.11.2012 (49), S. 43.

Gaycken; Sandro (2005): Was ist technisches Wissen? Philosophische Grundlagen technischer Wissenschaften. Hg. v. Institut für Wissenschafts- und Technikforschung - Bielefeld. Universität Bielefeld.

Gebauer, Richard (1993): Letzte Begründung. Eine Kritik der Diskursethik von Jürgen Habermas. München: W. Fink.

Gebert, Bernd (1989): Ist für die bessere Gebrauchsanweisung eine geistige Wende erforderlich? In: Piet Westendorp (Hg.): Gebrauchsanweisungen. Dient die Technik den Menschen? Wiesbaden: Forkel, S. 9–25.

Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (Hg.) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Gesellschaft für die Rechte zukünftiger Generationen (Hg.) (1997): Ihr habt dieses Land nur von uns geborgt. Hamburg: Rasch und Röhring.

Gibson, James Jerome (1982): Wahrnehmung und Umwelt. München (u. a.): Urban & Schwarzenberg.

Gieseke, Wiltrud: Professionalität und Professionalisierung. Online-Wörterbuch. Hg. v. Online-Wörterbuch Erwachsenenbildung. UTB. Stuttgart. Online verfügbar unter http://www.wb-erwachsenenbildung.de/online-woerterbuch/?tx_buhutbedulexicon_main%Bentry%5D=180&tx_buhutbedulexicon_main%5Baction%5D=show&tx_buhutbedulexicon_main%5Bcontroller%5D=Lexicon, zuletzt geprüft am 12.10.2012.

Giest, Hartmut (2011): Wissensaneignung, Conceptual Change und die Lehrstrategie des Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten. In: *E-Journal for Activity Theoretical Research in Germany* (4), S. 65–100. Online verfügbar unter http://psyjournals.ru/ files/52652/ tatigkeitstheorie_2011_n2(4)_Giest.PDF, zuletzt geprüft am 05.05.2013.

Gigerenzer, Gerd; Gaissmaier, Wolfgang (2005): Denken und Urteilen unter Unsicherheiten: Kognitive Heuristiken. In: J. Funke (Hg.) Abgerufen am 28. 08 2011 von Enzyklopädie Denken und Prob-

lemlösen: Hg. v. Joachim Funke. Universität Heidelberg. Heidelberg. Online verfügbar unter http://www.psychologie.uni-heidelberg.de/ae/ allg/enzykl_denken/ Enz_06_Heuristiken.pdf, zuletzt aktualisiert am 29.10.2004, zuletzt geprüft am 25.11.2012.

Gleich, Arnim von; Gößling-Reisemann, Stefan (Hg.) (2008): Industrial ecology. Erfolgreiche Wege zu nachhaltigen industriellen Systemen. Wiesbaden: Vieweg und Teubner.

Gnahs, Dieter (2007): Kompetenzen - Erwerb, Erfassung, Instrumente. Bielefeld: Bertelsmann.

Görlich, Yvonne; Schuler, Heinz (2007): AZUBI-TH. Arbeitsprobe zur berufsbezogenen Intelligenz - technische und handwerkliche Tätigkeiten. Göttingen (u. a.): Hogrefe.

Gorz, André (1973): Technische Intelligenz und kapitalistische Arbeitsteilung. In: Richard Vahrenkamp (Hg.): Technologie und Kapital. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, S. 94–116.

Goschke, Thomas (2006): Motivationale und volitionale Grundlagen zielgerichteter Handlungen. In: Joachim Funke und Peter A. Frensch (Hg.): Handbuch der Allgemeinen Psychologie - Kognition. Göttingen: Hogrefe, S. 564-583.

Graube, Gabriele (2011): Zum Verhältnis von sozialer und technischer Kommunikation im Produktlebenslauf. In: Wolf Bienhaus (Hg.): Inhaltsfelder und Themen zeitgemäßen Technikunterrichts. 11. Tagung der DGTB vom 25. - 26. September 2009 in Karlsruhe. Freiburg, Br: DGTB, S. 65–77.

Greil, Holle; Voigt, Andrea; Scheffler, Christiane (2009): Optimierung der ergonomischen Eigenschaften von Produkten für ältere Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer - Gestaltung und Design. Forschung Projekt F 1300. Dortmund. Online verfügbar unter http://www.baua.de/cae/servlet /contentblob/668738/publicationFile/92079/F1299.pdf.

Greve, Werner (1994): Handlungsklärung. Die psychologische Erklärung menschlicher Handlungen. Bern: Huber.

Groeben, Norbert (1986): Handeln, Tun, Verhalten. Als Einheiten einer verstehend-erklärenden Psychologie. Tübingen: A. Francke.

Grunwald, Armin (2006a): Bewertungs- und Auswahlmethoden. In: Gerhard Banse (Hg.): Erkennen und Gestalten. Eine Theorie der Technikwissenschaften. Berlin: Ed. Sigma, S. 160–182.

Grunwald, Armin (2006b): Technisches Handeln. In: Gerhard Banse (Hg.): Erkennen und Gestalten. Eine Theorie der Technikwissenschaften. Berlin: Ed. Sigma, S. 57–70.

Grunwald, Armin (2009): Zum Handlungsbegriff in Technikphilosophie und Technikethik. Hg. v. www.widerstreit-sachunterricht.de (12). Online verfügbar unter http://www2.hu-berlin.de/wsu /ebeneIII/begriffe/hand_gru.pdf, zuletzt aktualisiert am 17.03.2009, zuletzt geprüft am 29.07.2012.

Grunwald, Armin (2010): Technisierung als Bedingung und Gefährdung von Kultur. Eine dialektische Betrachtung. In: Gerhard Banse und Armin Grunwald (Hg.): Technik und Kultur. Bedingungs- und Beeinflussungsverhältnisse. Karlsruhe: KIT Scientific Publ, S. 113–128.

Haasler, Bernd (2004): Hochtechnologie und Handarbeit. Eine Studie zur Facharbeit im Werkzeugbau der Automobilindustrie. Bielefeld: Bertelsmann.

Habermas, Jürgen (1969): Technik und Wissenschaft als >Ideologie<. 3. Aufl. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Habermas, Jürgen (1981): Theorie des kommunikativen Handelns. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Habermas, Jürgen (1999): Wahrheit und Rechtfertigung. Philosophische Aufsätze. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Habermas, Tilmann (1999): Persönliche Objekte und Bindungen im Prozess der Ablösung vom Elternhaus. In: Urs Fuhrer (Hg.): Persönliche Objekte, Identität und Entwicklung. Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht, S. 109–133.

Hacker, Winfried (1983): Gibt es eine Grammatik des Handelns? In: Winfried Hacker (Hg.): Kognitive und motivationale Aspekte der Handlung. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften, S. 18–25.

Haffer, Reiner; Becker-Kavan, Angelika; Brandt, Finn (2007): Grundkenntnisse industrielle Metallberufe nach Lernfeldern. 2. Aufl. Hamburg: Handwerk und Technik.

Hahn, Elisabeth; Lindner, Volker; Timm, Jochen; Wiemann, Achim; Braun, Christof; Lloyd, Jeffrey (2007): Fachkenntnisse 1 - Industriemechaniker nach Lernfeldern 5 - 9. Hamburg: Handwerk und Technik.

Haisch, Jochen (1987): Selbstattribution und Verhalten. Über den Zusammenhang von Ursachenermittlungen und nachfolgendem Verhalten. Weinheim: Deutscher Studien Verlag.

Halder, Alois; Müller, Max (1997): Philosophisches Wörterbuch. 3. Aufl. Freiburg im Breisgau (u. a.): Herder.

Halfin, Harold Herman (1973): Technology. A process approach. West Virginia University, Dissertation Abstracts International, (1), 1111A.

Halton, Eugene (1999): Ich packe mein Wohnzimmer aus. In: Urs Fuhrer und Ingrid Josephs (Hg.): Persönliche Objekte, Identität und Entwicklung. Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht, S. 17–39.

Hammerl, Marianne; Grabitz, Hans-Joachim (2006): Lernen: Definitionen, methodische Ansätze, Theorien des Lernens. In: Joachim Funke und Peter A. Frensch (Hg.): Handbuch der Allgemeinen Psychologie - Kognition. Göttingen: Hogrefe, S. 203–212.

Hartmann, Elke (2002): Wirkungsforschung im Technikunterricht - ein Zwischenbericht. In: Wolf Bienhaus (Hg.): Technische Bildung für das ganze Leben. 5. Tagung der DGTB vom 27. - 29. September 2001 in Bayreuth. Villingen-Schwenningen: Neckar-Verlag, S. 96–105.

Hartmann, Elke (2013): Vom Praline-Design zur Leonardo-Brücke – alles Technik. VDI (VDIng-Post, 1/2013). Online verfügbar unter http://www.ingpost.de/archiv/55-aus-dem-vdi-leben-2013/197-vom-praline-design-zur-leonardo-bruecke-alles-technik.html, zuletzt geprüft am 01.12.2013.

Hartweg, Verena (2010): Mechanisch-technisches Verständnis als Konstrukt in der testbasierten Studienberatung. Aachen, Bonn. Philosophische Fakultät. Online verfügbar unter http://darwin.bth.rwth-aachen.de/opus3/volltexte/2010/3363/pdf/ 3363.pdf.

Heckhausen, Jutta; Heckhausen, Heinz (Hg.) (2006): Motivation und Handeln. 3. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer.

Heidegger, Martin; Herrmann, Friedrich-Wilhelm von; Schüßler, Ingrid (1983): Gesamtausgabe. Frankfurt a. M.: Klostermann.

Heimann, Paul; Otto, Gunter; Schulz, Wolfgang (1965): Unterricht. Analyse und Planung. Hannover: Schrödel.

Hein, Christian: Einführung in die Technik. Universität Münster. Online verfügbar unter www.uni-muenster.de/Physik.TD/einfuehrung_technik.html, zuletzt geprüft am 07.09.2013.

Heinberg, Richard (2010): Peak everything. Waking up to the century of declines. Gabriola Island, BC: New Society Publishers.

Helling, Klaus (2008): Umwelt Technik 2. Transport und Verkehr. Versorgung und Entsorgung. Information und Kommunikation. Stuttgart: Klett.

Helling, Klaus; Jerofsky, Werner (1992): Planungshilfe zur Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen. Hg. v. Fach Technik. Pädagogische Hochschule Ludwigsburg. Ludwigsburg.

Helmke, Andreas; Helmke Tuyet; Schrader, Friedrich-Wilhelm; Wagner, Wolfgang; Nold, Günter; Schröder, Konrad (2008): Soziodemografische und fachdidaktisch relevante Merkmale von Englischlehrpersonen. In: Eckhard Klieme (Hg.): Unterricht und Kompetenzerwerb in Deutsch und Englisch. Ergebnisse der DESI-Studie. Weinheim, Basel: Beltz, S. 364–370.

Henning, Anne; Daum, Moritz Aschersleben Gisa (2009): Frühkindliche Handlungswahrnehmung und Theory of Mind - Vom Verständnis zielgerichteter Handlungen zum Verständnis mentalistisch gesteuerter Handlungen. In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* (4), S. 233–242.

Henseler, Kurt; Höpken, Gerd (1996): Methodik des Technikunterrichts. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Herrmann, Thomas (1981): Sprechhandlungspläne als handlungstheoretische Konstrukte. In: Hans Lenk (Hg.): Handlungstheorien-interdisziplinär. München: Fink, S. 361–379.

Hillebrand, Stefan (2010): Inbetriebnahme elektrischer Anlagen nach DIN VDE 0100 - 600, 05.04.2010. Online verfügbar unter http://www.hillebrand-elektrotechnik.de/ html/Vorschriften /Inbetriebnahme_nach_600_FarbeHE.pdf, zuletzt geprüft am 27.05.2013.

Hill, Roger B. (1997): The Design of an Instrument to Assess Problem Solving Activities in Technology Education. In: *Journal of Technology Education* 9 (9/1), S. 31–46.

Hoffmann, Joachim (2002): Die visuelle Identifikation von Objekten. In: Niels Birbaumer und Thomas Elbert (Hg.): Enzyklopädie der Psychologie. Göttingen (u. a.): Hogrefe, S. 391–456.

Hofkirchner, Wolfgang (1996): Das Technikbild der Gestaltungs- und Wirkungsforschung. In: Hans-Peter Böhm (Hg.): Nachhaltigkeit als Leitbild für Technikgestaltung. Dettelbach: Röll, S. 69–78.

Holodynski, Manfred; Oerter, Rolf (2002): Motivation, Emotion und Handlungsregulierung. In: Rolf Oerter und Leo Montada (Hg.): Entwicklungspsychologie. 5. Aufl. Weinheim (u. a.): Beltz PVU, S. 551–573.

Holz, Hans Heinz (2000): Zum technischen und außertechnischen Konstruktionsbegriff. In: Gerhard Banse (Hg.): Konstruieren zwischen Kunst und Wissenschaft. Idee - Entwurf - Gestaltung. Berlin: Ed. Sigma, S. 81–94.

Hörning, Karl H. (1988): Technik im Alltag und die Widersprüche des Alltäglichen. In: Bernward Joerges (Hg.): Technik im Alltag. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, S. 51–94.

Hoyos, Carl (1990): Menschliches Handeln in technischen Systemen. In: Carl Hoyos und Bernhard Zimolong (Hg.): Ingenieurpsychologie. Göttingen: Verlag für Psychologie, S. 1–30.

Hoyos, Carl; Zimolong, Bernhard (Hg.) (1990): Ingenieurpsychologie. Göttingen: Verlag für Psychologie.

Hubig, Christoph (2010): Kulturbegriff – Abgrenzungen, Leitdifferenzen, Perspektiven. In: Gerhard Banse und Armin Grunwald (Hg.): Technik und Kultur. Bedingungs- und Beeinflussungsverhältnisse. Karlsruhe: KIT Scientific Publ, S. 55–72.

Hubig, Christoph (2011a): Instrumentelle Vernunft und Wertrationalität. Online verfügbar unter http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2011/6637/pdf/hub10.pdf, zuletzt aktualisiert am 23.02.2011, zuletzt geprüft am 09.08.2012.

Hubig, Christoph (2011b): Die Notwendigkeit einer neuen Ethik der Technik. Forderungen aus handlungstheoretischer Sicht. Online verfügbar unter http://elib.uni-stuttgart.de/ opus/volltexte/2011 /6674/pdf/hub40.pdf, zuletzt aktualisiert am 15.03.2011, zuletzt geprüft am 29.07.2012.

Hübner, Kurt (2002): Kritik der wissenschaftlichen Vernunft. 4. Aufl. Freiburg: Alber.

Hübner, Kurt (1973): Philosophische Fragen der Technik. In: Hans Lenk und Simon Moser (Hg.): Techné, Technik, Technologie. Philos. Perspektiven. Pullach (bei München): Verlag Dokumentation, S. 133–151.

Hummel, Bernhard (2006): Wahrnehmung und Handlung. In: Joachim Funke und Peter A. Frensch (Hg.): Handbuch der Allgemeinen Psychologie - Kognition. Göttingen: Hogrefe, S. 540–546.

Hunecke, Marcel (1995): Subjektive Epistemologien beim komplexen Problemlösen. Frankfurt a. M.; New York: P. Lang.

Hüttner, Andreas (2002): Technik unterrichten. Methoden und Unterrichtsverfahren im Technikunterricht. Haan-Gruiten: Europa-Lehrmittel Nourney, Vollmer.

Hüttner, Andreas (2008): Zur Situation der Technischen Bildung an den allgemein bildenden Schulen in Baden-Württemberg. In: *tu: Zeitschrift für Technik im Unterricht* (128), S. 5–11.

Janich, Peter (1992): Grenzen der Naturwissenschaft. Erkennen als Handeln. München: Beck.

Janich, Peter (2006): Was ist Information? Kritik einer Legende. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Joerges, Bernward (1988): Gerätetechnik und Alltagshandeln. Vorschläge zur Analyse der Technisierung alltäglicher Handlungsstrukturen. In: Bernward Joerges (Hg.): Technik im Alltag. Frankfurt a. M.; Suhrkamp, S. 20–50.

Jonas, Hans (1989): Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Jonen, Angela; Möller, Kornelia; Hardy, Ilonca (2003): Lernen als Veränderung von Konzepten - am Beispiel einer Untersuchung zum naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht. In: Diethard Cech und Hans-Joachim Schwier (Hg.): Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht. 12. Jahrestagung der GDSU in Halle/Saale. Bad Heilbrunn/Obb: Klinkhardt, S. 93–108.

Kämmerer, Annette (2000): Kreativität und Geschlecht. In: Rainer M. Holm-Hadulla und Jan Assmann (Hg.): Kreativität. Berlin (u. a.): Springer, S. 301–313.

Kant, Immanuel (1977): Immanuel Kants Werke. Reprograph. Dr. der Ausg. Berlin, Cassirer. Hg. v. Ernst Cassirer. Hildesheim: Gerstenberg.

Keller, Josef A.; Novak, Felix (1983): Kleines pädagogisches Wörterbuch. 3. Aufl. Freiburg/Br.: Herder.

Kelley, Todd; Hill, Roger B. (2007): Engineering and Technology Education. Cognitive processes of students solving technical problems. University of Georgia, Georgia. National center for engeneering and technology education.

Kirchhoff, Robert (1983): Umrisse einer Universellen Handlungstheorie. In: Günther Bittner (Hg.): Personale Psychologie. Beiträge zur Geschichte, Theorie und Therapie. Göttingen (u. a.): Hogrefe, S. 105–134.

Klafki, Wolfgang (1964): Das pädagogische Problem des Elementaren und die Theorie der kategorialen Bildung. 4. Aufl. Weinheim/Bergstr: Beltz.

Klauer, Karl Josef (1999): Situated Learning: Paradigmenwechsel oder alter Wein in neuen Schläuchen? In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 13 (3), S. 117–121.

Kleickmann, Thilo; Gais, Berenike; Möller, Kornelia (2005): Lehrervorstellungen zum Lehren und Lernen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht. Gibt es einen Zusammenhang zwischen Vorstellungen und Lehrerausbildung? In: Diethard Cech und Hartmut Giest (Hg.): Sachunterricht in Praxis und Forschung - Erwartungen an die Didaktik des Sachunterrichts. (GDSU-Jahrestagung 2004 in Potsdam zum Thema "Zwischen Grundlagenforschung und Unterrichtspraxis - Erwartungen an den Sachunterricht". Bad Heilbrunn/Obb: Klinkhardt, S. 167–176.

Kleinbeck, Uwe (2006): Handlungsziele. In: Jutta Heckhausen und Heinz Heckhausen (Hg.): Motivation und Handeln. 3. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 256–272.

Klerk Wolters, Falco de (1989): A PATT Study Among 10 to 12-Year-Old Students in the Netherlands. Unter Mitarbeit von Council on Technology Teacher Education and the International Technology Education Association. Hg. v. Journal of Technology Education. Online verfügbar unter http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v1n1/falco.jte-v1n1.html, zuletzt geprüft am 14.04.2013.

Kluwe, Rainer H. (1990): Problemlösen, Entscheiden und Denkfehler. In: Carl Hoyos und Bernhard Zimolong (Hg.): Ingenieurpsychologie. Göttingen (u. a.): Hogrefe, S. 121–147.

Kluwe, Rainer H. (2006): Exekutive Funktionen. In: Joachim Funke und Peter A. Frensch (Hg.): Handbuch der Allgemeinen Psychologie - Kognition. Göttingen (u. a.): Hogrefe, S. 547–556.

Kneer, Georg (1990): Die Pathologien der Moderne. Zur Zeitdiagnose in der "Theorie des kommunikativen Handelns" von Jürgen Habermas. Opladen: Westdeutscher Verlag.

Knoblich, Günther; Öllinger, Michael (2005): Einsicht und Umstrukturierung beim Problemlösen. Online verfügbar unter http://somby.info/page3/assets/2006_Knoblich Oellinger.pdf, zuletzt aktualisiert am 25.11.2005, zuletzt geprüft am 16.03.2012.

Koch, Iring; Knoblich, Günther; Prinz, Wolfgang (2006): Handlungsplanung und -steuerung: Überblick, Definitionen und methodische Ansätze. In: Joachim Funke und Peter A. Frensch (Hg.): Handbuch der Allgemeinen Psychologie - Kognition. Göttingen (u. a.): Hogrefe, S. 497–506.

Köhnlein, Walter (1991): Annäherung und Verstehen. In: Lauterbach, Roland (Hg.): Wie Kinder erkennen. Vorträge d. Arbeitstreffens zum Naturwissenschaftlich-Technischen Sachunterricht am 26. und 27. März 1990 in Nürnberg. Kiel: IPN; GDCP, S. 7 ff.

Köster, Hilde; Balluseck, Hilde von; Kraner, Reinhild (2008): Technische Bildung im Elementar- und Primarbereich. In: Regina Buhr (Hg.): Technische Bildung für alle. Ein vernachlässigtes Schlüsselelement der Innovationspolitik. Berlin: IIT, S. 33–54.

Kornwachs, Klaus (2006): Technisches Wissen. In: Gerhard Banse (Hg.): Erkennen und Gestalten. Eine Theorie der Technikwissenschaften. Berlin: Ed. Sigma, S. 71–84.

Kosack, Walter (1994): Mädchen im Technikunterricht. Wahlverhalten von Jungen und Mädchen bezüglich des Wahlpflichtfachs Natur und Technik in der Realschule; eine empirische Studie zum Einfluss ausgewählter Unterrichtsaspekte auf geschlechtstypische Wahlentscheidungen. Frankfurt a. M. (u. a.): Lang.

Kosack, Walter; Wiesmüller, Christian; Jeretin-Kopf, Maja (2013): Zieldimensionen früher technischer Bildung. Schaffhausen: Schubi-Verlag.

Krampen, Günter (1997): Wissen und Handeln nach einem handlungstheoretischen Partialmodell der Persönlichkeit: Zur Handlungsrelevanz von objektivem und subjektivem Wissen. In: Heinz Mandl (Hg.): Schwerpunktthema Wissen und Handeln. Tagung der Gesellschaft für Psychologie vom 22. bis 26. September 1996 in München. Göttingen (u. a.): Hogrefe, S. 732–742.

Krauß, Lutz (2003): Entwicklung und Evaluation einer Methodik zur Untersuchung von Interaktionsgeräten für Maschinen- und Prozessbediensysteme mit grafischen Benutzungsoberflächen. Kaiserslautern: Universitätsverlag.

Krekeler, Hermann (2012): Erfinderwerkstatt. Fachforum "Frühe technische Bildung". Stiftung Haus der kleinen Forscher; Pädagogische Hochschule Karlsruhe. Berlin, 09.03.2012.

Krems, Josef (1997): Schließen von Folgen auf Ursachen: Induktiv, deduktiv oder abduktiv? In: Heinz Mandl (Hg.): Schwerpunktthema Wissen und Handeln. Tagung der Gesellschaft für Psychologie vom 22. bis 26. September 1996 in München. Göttingen (u. a.): Hogrefe, S. 737–742.

Kroeber, Alfred Louis; Kluckhohn, Clyde; Untereiner, Wayne; Meyer, Alfred G. (1952): Culture. A critical review of concepts and definitions. Cambridge, Mass (Papers of the Peabody Museum of American Archaeology and Ethnology, Harvard University, 47,1).

Kron, Friedrich W. (1999): Wissenschaftstheorie für Pädagogen. München, Basel: E. Reinhardt.

Kuhn, Thomas S. (1978): Die Entstehung des Neuen. Studien zur Struktur der Wissenschaftsgeschichte. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Kusin, Aleksandr Avramievich (1970): Karl Marx und Probleme der Technik. Leipzig: Fachbuchverlag.

Langeveld, Martinus Jan (1968): Studien zur Anthropologie des Kindes. 3. Aufl. Tübingen: Niemeyer.

Laser, Stefan; Josephs, Ingrid; Fuhrer, Urs (1999): Die Bedeutung von Dingen für die Identität Jugendlicher. In: Urs Fuhrer (Hg.): Persönliche Objekte, Identität und Entwicklung. Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht, S. 134–147.

Lauterbach, Roland (1991): Wann weiß das Kind, was es bewirken kann? In: Ders. (Hg.): Wie Kinder erkennen. Vorträge des Arbeitstreffens zum Naturwissenschaftlich-Technischen Sachunterricht am 26. und 27. März 1990 in Nürnberg. Kiel: IPN; GDCP, S. 49-65.

Lemke, Harald (2007): Was ist Praxologie? Von Marx über die Kritische Theorie zu einer Philosophie der Praxis. In: Horst Müller (Hg.): Die Übergangsgesellschaft des 21. Jahrhunderts. Kritik, Analytik, Alternativen. Norderstedt: BoD, S. 66–85.

Lengyel, Stefan (1993): Aus vielen Funktionen wächst die Form. Die Gestaltung von Produkten und Produktsystemen (Essener Unikate, 2/3). Online verfügbar unter http://www.uni-due.de/~bys007/archiv.php?eu=003, zuletzt geprüft am 29.05.2013.

Lenk, Hans (1977): Handlung als Interpretationskonstrukt. In: Hans Lenk (Hg.): Handlungstheorien-interdisziplinär. München: Fink.

Lenk, Hans (Hg.) (1977-1984): Handlungstheorien-interdisziplinär. München: Fink.

Lenk, Hans (1982): Zur Sozialphilosophie der Technik. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Lerch, Hans-Jürgen; Rausch, Adly (2001): Forschungsfocus: Handlung. Regensburg: Roderer.

Ludwig-Mayerhofer, Wolfgang (2012): Ilmes - Internet Lexikon der Methoden der empirischen Sozialforschung. Online verfügbar unter http://wlm.userweb.mwn.de/ ilmes.htm, zuletzt aktualisiert am 23.10.2012, zuletzt geprüft am 16.09.2013.

Ludwig-Mayerhofer, Wolfgang; Keller, Reiner (2010): Beobachtung. Online verfügbar unter http://wlm.userweb.mwn.de/ein_voll.htm, zuletzt aktualisiert am 03.06.2010, zuletzt geprüft am 16.09.2013.

Mackeprang, Hartwig (1999a): Informations- und kommunikationstechnische Bildung. Landesinstitut für Erziehung und Bildung. Online verfügbar unter http://lehrerfort bildung-bw.de/faecher/technik /rs/steuern/download/oleu3f.pdf, zuletzt aktualisiert am 10.12.1999, zuletzt geprüft am 02.09.2012.

Mackeprang, Hartwig (1999b): Ein Begriffssystem der Grundbegriffe der Informatik. Landesinstitut für Erziehung und Bildung. Online verfügbar unter http://lehrerfort bildung-bw.de/faecher/technik/ rs/steuern/download/ogrund1e.pdf, zuletzt aktualisiert am 10.12.1999, zuletzt geprüft am 02.09.2012.

Mackeprang, Hartwig (2010): Theorien und Modelle der Technikdidaktik. Pädagogische Hochschule Weingarten. Weingarten. Online verfügbar unter http://www.ph-weingarten.de/technik/downloads /Didaktik_Skript_Modul_1.pdf, zuletzt aktualisiert am 2010.

Mackowiak, Katja (1998): Ängstlichkeit, Selbstregulation, und Problemlösen im Vorschulalter. Frankfurt am Main, New York: P. Lang.

Mandl, Heinz (Hg.) (1997): Schwerpunktthema Wissen und Handeln. Tagung der Gesellschaft für Psychologie vom 22. bis 26. September 1996 in München. Göttingen (u. a.): Hogrefe.

Marotzki, Winfried (2012): Einführung in qualitative Forschungsmethoden der Erziehungswissenschaft. Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Magdeburg. Online verfügbar unter http://www.uni-magdeburg.de/iniew/files/u4/M-Manuskript.pdf, zuletzt geprüft am 18.09.2013.

Mawson, Brent (2010): Children's developing understanding of technology. In: *International Journal of Technol Des Educ* 20 (1), S. 1–13. Online verfügbar unter http://www.tenz.org.nz/2007/ Tech_ Paper13.pdf, zuletzt geprüft am 14.04.2013.

Mayer, Horst Otto (2008): Interview und schriftliche Befragung: Entwicklung, Durchführung und Auswertung: München, Wien: Oldenbourg.

Mayring, Philipp (2002): Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken. 5. Aufl. Weinheim: Beltz.

Meadows, Dennis (1979): Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Meier, Bernd (2006): Zukunftstechnologie - RFID - Waren, die Informationen senden. In: *Unterricht: Arbeit + Technik 8* (32), S. 60–62.

Meinberg, Eckhard (1988): Das Menschenbild der modernen Erziehungswissenschaft. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Metzner-Szigeth, Andreas (2010): Kultur & Technik als Medien menschlicher Selbstverwirklichung Überlegungen zur philosophischen Anthropologie und Gesellschaftstheorie. In: Gerhard Banse und Armin Grunwald (Hg.): Technik und Kultur. Bedingungs- und Beeinflussungsverhältnisse. Karlsruhe: KIT Scientific Publ, S. 143–162.

Meyer, Wulf-Uwe Niepel Michael; Schützwohl, Achim (1994): Überraschung und Attribution. In: Friedrich Försterling (Hg.): Attributionstheorie. Grundlagen und Anwendungen. Göttingen: Hogrefe, S. 105–122.

Middleton, Howard (2006): Changing practice and changing lenses: The evolution of ways of researching technology education. In: Marc de Vries und Ilja Mottier (Hg.): International handbook of technology education. Reviewing the past twenty years. Rotterdam: Sense Publishers, S. 53–64.

Miller, George A.; Galanter, Eugene; Pribram, Karl H. (1991): Strategien des Handelns. Pläne und Strukturen des Verhaltens. 2. Aufl. Stuttgart: Klett-Cotta.

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (2004): Bildungsplan für die Grundschule. Online verfügbar unter http://www.bildung-staerkt-menschen.de/ service/ downloads/Bildungsplaene/Grundschule/Grundschule_Bildungsplan_Gesamt.pdf, zuletzt geprüft am 21.08.2013.

Möller, Kornelia (1987): Lernen durch Tun. Handlungsintensives Lernen im Sachunterricht der Grundschule. Frankfurt a. M., New York: P. Lang.

Möller, Kornelia (1991): Verstehen durch Handeln beim Lernen naturwissenschaftlicher und technikbezogener Sachverhalte. In: Roland Lauterbach (Hg.): Wie Kinder erkennen. Vorträge des Arbeitstreffens zum Naturwissenschaftlich-Technischen Sachunterricht am 26. und 27. März 1990 in Nürnberg. Kiel: IPN; GDCP, S. 147–165.

Möller, Kornelia; Tenberge, Claudia; Zieman, Uwe (1996): Technische Bildung im Sachunterricht. Eine quantitative Studie zur Ist-Situation an nordrhein-westfälischen Grundschulen. Münster: Inst. für Forschung und Lehre für die Primarstufe, Abt. Didaktik des Sachunterrichts.

Müller, Burkhard (2013): Der Mensch, die Männin. In: *Süddeutsche Zeitung*, 20.08.2013, S. 13.

Müller, D.; Bruns, F. W. (2003): Arbeiten und Begreifen: Erfahrungshandeln in virtuellen und realen Welten. In: Rolf Oberliesen und Günter Reuel (Hg.): Schule zwischen materieller und virtueller Lernkultur. Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren, S. 33–50.

Nattkemper, Dieter (2006): Planung einfacher Handlungen. In: Joachim Funke und Peter A. Frensch (Hg.): Handbuch der Allgemeinen Psychologie - Kognition. Göttingen (u. a.): Hogrefe, S. 507–514.

Neuweg, Georg Hans (2004): Könnerschaft und implizites Wissen. Zur lehr-lerntheoretischen Bedeutung der Erkenntnis- und Wissenstheorie Michael Polanyis. 3. Aufl. Münster (u. a.): Waxmann.

Niederwemmer, Ulf (1973): Programmatische Skizze für eine Sozialphilosophie der Technik. In: Hans Lenk und Simon Moser (Hg.): Techné, Technik, Technologie. Philos. Perspektiven. Pullach (bei München): Verlag Dokumentation, S. 173–197.

Nölker, Helmut (1976): Strukturprinzipien einer Didaktik der Technik. In: Wolf Ekkehard Traebert und Heinz-Rudi Spiegel (Hg.): Technik als Schulfach. Düsseldorf: VDI-Verlag, S. 43–54.

Nussbaum, Martha (2013): Was ist Gerechtigkeit? In: Josef Joffe, Helmut Schmidt und Marion Dönhoff (Hg.): Zeit Philosophie. Was ist das gute Leben? Die Zeit 68 (25). Hamburg: Zeitverlag Gerd Bucerius, S. 5–6.

Oeming, Manfred (2003): Auge um Auge, Zahn um Zahn. Heidelberg: Universitätsverlag.

Oerter, Rolf (2002): Kindheit. In: Oerter, Rolf; Montada, Leo; Oerter-Montada (Hg.): Entwicklungspsychologie. 5. Aufl. Weinheim: Beltz PVU, 209-257.

Oerter, Rolf; Dreher, Eva (2002): Jugendalter. In: Rolf Oerter und Leo Montada (Hg.): Entwicklungspsychologie. 5. Aufl. Weinheim: Beltz PVU, S. 258–318.

Otto, Gunter (1970): Technik als Denkweise und Handlungsform. In: Hartmut Sellin und Bodo Wessels (Hg.): Beiträge zur Didaktik der technischen Bildung. Weinheim, Berlin, Basel: Beltz, S. 162–177.

Paech, Nico (2010): Grundzüge einer Postwachstumsökonomie. Hg. v. Werner Onken und Christoph Gauke. Online verfügbar unter http://www.postwachstumsoekonomie.org/ html/paech_grundzuge _einer_postwach.html, zuletzt aktualisiert am 05.06.2010, zuletzt geprüft am 20.07.2013.

Pahl, Gerhard; Beitz, Wolfgang; Feldhusen, Jörg; Grote, Karl-Heinrich (2006): Pahl/Beitz Konstruktionslehre. Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung. Methoden und Anwendung. 7. Aufl. Berlin: Springer.

Parthey, Heinrich; Wächter, Wolfgang (1966): Das Problem und seine Struktur in der wissenschaftlichen Forschung. In: Heinrich Parthey, Heinrich Vogel und Wolfgang Wächter (Hg.): Problemstruktur und Problemverhalten in der wissenschaftlichen Forschung. Beiträge zur Tagung „Philosophische Probleme der Naturwissenschaften und der technischen Wissenschaften" am 06. und 07. September in Rostock. Rostock: Universitätsverlag.

Pea, Roy D. (1982): What is planning development the development of? In: *New Directions for Child and Adolescent Development* 1982 (18), S. 5–27.

Pellinen, Tatu (2008): Craft Teaching Emphasizing Technology Education and Its Effect on Girl' Perceptions of Technology. University of Jyväskylä. Online verfügbar unter http://update.jyu.fi/images/e/e9/Deliverable_3.3._UPDATE.doc, zuletzt aktualisiert am 08.09.2012, zuletzt geprüft am 14.04.2013.

Peterßen, Wilhelm H. (1991): Wissenschaftliche(s) Arbeiten. 3. Aufl. München: Ehrenwirth.

pflanzenforschung.de (Hg.) (2009): Phosphatdüngung ohne Zukunft? Online verfügbar unter http://www.pflanzenforschung.de/index.php?cID=8630, zuletzt geprüft am 20.07.2013.

Picasso, Pablo (1957): Wort und Bekenntnis. Die gesammelten Dichtungen und Zeugnisse. Frankfurt a. M.: Ullstein Taschenbücher-Verlag.

Ponn, Josef; Lindemann, Udo (2008): Konzeptentwicklung und Gestaltung technischer Produkte. Optimierte Produkte - systematisch von Anforderungen zu Konzepten. Berlin, Heidelberg: Springer.

Rammert, Werner (1988): Technisierung im Alltag. In: Bernward Joerges (Hg.): Technik im Alltag. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, S. 165–197.

Rapp, Friedrich (1977): Technische Handlungen und ihre Realisierungsmöglichkeiten. In: Hans Lenk (Hg.): Handlungstheorien-interdisziplinär, Bd. 4. München: Fink, S. 367–386.

Rapp, Friedrich (1994): Die Dynamik der modernen Welt. Eine Einführung in die Technikphilosophie. Hamburg: Junius.

Rauner, Felix (2004): Praktisches Wissen und berufliche Handlungskompetenz. Bremen: ITB.

Rawls, John; Vetter, Hermann (1975): Eine Theorie der Gerechtigkeit. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Reckwitz, Andreas (2004): Die Entwicklung des Vokabulars der Handlungstheorien: Von den zweck- und normorientierten Modellen zu den Kultur- und Praxistheorien. In: Manfred Gabriel (Hg.): Paradigmen der akteurszentrierten Soziologie. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften, S. 303–328.

Reinmann, G.; Mandl, Heinz (2006): Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. Weinheim: Beltz.

Reisenzein, Rainer (1994): Kausalattribution und Emotion. In: Friedrich Försterling (Hg.): Attributionstheorie. Grundlagen und Anwendungen. Göttingen: Hogrefe, S. 123–161.

Renn, Ortwin (1999): Ethische Anforderungen an den Diskurs. (1999): In: Armin Grunwald und Stephan Saupe (Hg.): Ethik in der Technikgestaltung. Praktische Relevanz und Legitimation. Berlin: Springer, S. 63–94.

Renn, Ortwin; Deuschle, Jürgen; Jäger, Alexander; Weimer-Jehle, Wolfgang (Hg.) (2007): Leitbild Nachhaltigkeit. Eine normativ-funktionale Konzeption und ihre Umsetzung. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.

Rinschede, Gisbert (2007): Geographiedidaktik. 3. Aufl. Paderborn (u. a.): Schöningh.

Röben, Peter (2001): Arbeitsprozesswissen und Expertise. In: A. Willi Petersen, Felix Rauner und Franz Stuber (Hg.): IT-gestützte Facharbeit - gestaltungsorientierte Berufsbildung. Ergebnisse der 12. HGTB-Konferenz. Baden-Baden: Nomos (Bildung und Arbeitswelt, 4), S. 43–57.

Ropohl, Günter (2003): Allgemeine Technologie: Wissenschaft in didaktischer Absicht. In: Bernhard Bonz (Hg.): Allgemeine Technikdidaktik. Theorieansätze und Praxisbezüge. Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren, S. 148 ff.

Ropohl, Günter (2007): Zukünftige Technologien - Haben wir die Technik, die wir brauchen? Brauchen wir die Technik, die wir haben? In: Klaus Kornwachs (Hg.): Bedingungen und Triebkräfte technologischer Innovationen. Beiträge der gemeinsamen Workshops der Stiftung Brandenburger Tor mit acatech in den Jahren 2006/2007. Berlin: Stiftung Brandenburger Tor d. Bankges, S. 83–101.

Ropohl, Günter (2009): Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. 3. Aufl. Karlsruhe: Univ.-Verl. Karlsruhe.

Ropohl, Günter (2010a): Technik anthropologisch, oder: Homo faber. Online verfügbar unter http://www.ropohl.de/4.html, zuletzt aktualisiert am 13.01.2013, zuletzt geprüft am 26.07.2013.

Ropohl, Günter (2010b): Technikbegriffe zwischen Äquivokation und Reflexion. In: Gerhard Banse und Armin Grunwald (Hg.): Technik und Kultur. Bedingungs- und Beeinflussungsverhältnisse. Karlsruhe: KIT Scientific Publ, S. 41–54.

Rosa, Hartmut (2013): Was ist das gute Leben? In: Josef Joffe, Helmut Schmidt und Marion Dönhoff (Hg.): Zeit Philosophie. Was ist das gute Leben? Die Zeit 68 (25). Hamburg: Zeitverlag Gerd Bucerius, S. 13.

Roth, Erwin (1980): Handlungsfähigkeit - Ziel des Technikunterrichts. In: Wolf Ekkehard Traebert (Hg.): Technik als Schulfach. Bd. 3: Lehren und Lernen im Technikunterricht, Bd. 3. Düsseldorf: VDI-Verlag, S. 63–96.

Roth, Heinrich (1999): Die originale Begegnung als methodisches Prinzip. In: Rolf Siller und Günter Walter (Hg.): Zur Entdeckung von Wirklichkeit im Sachunterricht. Texte zur Grundlegung und Entwicklung. Donauwörth: Auer, S. 155–158.

Rousseau, Jean Jacques (1912): Emil oder Über die Erziehung. Leipzig: Kröner.

Ruffer, Carmen (Hg.) (2011): Technikbildung verbessern - von Anfang an. Ausgewählte Forschungsergebnisse des europäischen Projekts UPDATE. Bielefeld: Kompetenzzentrum Technik - Diversity - Chancengleichheit.

Rutsch, Martin (1981): Handeln in entscheidungstheoretischer Sicht. In: Hans Lenk (Hg.): Handlungstheorien-interdisziplinär. München: Fink, S. 223–247.

Ryle, Gilbert (1978): Der Begriff des Geistes. Stuttgart: Reclam.

Ryll, Frank; Freund, Curt (2010): Grundlagen der Instandhaltung. In: Michael Schenk (Hg.): Instandhaltung technischer Systeme. Methoden und Werkzeuge zur Gewährleistung eines sicheren und wirtschaftlichen Anlagenbetriebs. Berlin; Heidelberg: Springer, S. 23–102.

Sachs, Burkhard (1976): Probleme der Produktionstechnik aus didaktischer Sicht. In: Wolf Ekkehard Traebert und Heinz-Rudi Spiegel (Hg.): Technik als Schulfach. Düsseldorf: VDI-Verlag, S. 147–166.

Sachs, Burkhard (1979): Skizzen und Anmerkungen zur Didaktik eines mehrperspektivischen Technikunterrichts. In: Deutsches Institut für Fernstudien (Hg.): Fernstudienlehrgang Arbeitslehre. Entwurfsfassung. Tübingen: Deutsches Institut für Fernstudien, S. 41–80.

Sachs, Burkhard (1988): Grundlinien einer Geschichte des Technikunterrichts. In: *tu: Zeitschrift für Technik im Unterricht* (48), S. 5–15.

Sachs, Burkhard (2002a): Zum Bildungsverständnis der „Bildungs"- Standards. In: Wolf Bienhaus (Hg.): Technische Bildung für das ganze Leben. 5. Tagung der DGTB vom 27. - 29. September 2001 in Bayreuth. Villingen-Schwenningen: Neckar-Verlag, S. 10–22.

Sachs, Burkhard (2002b): Zum Tode von Gerhard Wiesenfarth. In: *Zeitschrift der Pädagogischen Hochschule Freiburg* (1), S. 57. Online verfügbar unter http://opus.bsz-bw.de/phfr/volltexte/2007/33/pdf/ph_fr_02_1.pdf, zuletzt geprüft am 10.08.2013.

Sachs, Burkhard (2005): Technikunterricht: Bedingungen und Perspektiven. Online verfügbar unter http://www.eduhi.at/dl/Technikbegriff_Sachs_-_tu_100.pdf, zuletzt aktualisiert am 23.02.2005, zuletzt geprüft am 24.03.2012.

Sachs, Burkhard; Fies, Helmuth (1977): Baukästen im Technikunterricht. Grundlagen und Beispiele. Ravensburg: Maier.

Schadewaldt, Wolfgang (1957): Die Anforderungen der Technik an die Geisteswissenschaften. Göttingen, Berlin, Frankfurt: Musterschmidt.

Schapp, Wilhelm (1953): In Geschichten verstrickt. Zum Sein von Mensch und Ding. Hamburg: Meiner.

Schaub, Harald (2009): Modellierung der Handlungsorganisation. Bern, Seattle: H. Huber.

Scheler, Max (1983): Die Stellung des Menschen im Kosmos. 10. Aufl. Bern, München: Francke.

Schelsky, Helmut (1965): Auf der Suche nach Wirklichkeit. Gesammelte Aufsätze. Düsseldorf: Diederichs.

Scherhorn, Gerhard (1977): Konsum. In: René König (Hg.): Handbuch der empirischen Sozialforschung, Bd. 11. 2. Aufl. Stuttgart: Enke, S. 193–266.

Scheuermann, Christoph (2013): Facebooktussis. Warum wir durch Social Media zu unsozialen Wesen geworden sind. In: *Der Spiegel* (33), S. 59.

Schlagenhauf, Wilfried (2002): Aspekte der Entwicklung bundesweit einheitlicher Bildungsstandards für technische Bildung. In: Wolf Bienhaus (Hg.): Technische Bildung für das ganze Leben. 5. Tagung der DGTB vom 27. - 29. September 2001 in Bayreuth. Villingen-Schwenningen: Neckar-Verl., S. 125–139.

Schlagenhauf; Wilfried (2009): Inhalte technischer Bildung. Überlegungen zu ihrer Herkunft, Legitimation und Systematik. In: *tu: Zeitschrift für Technik im Unterricht* 34 (133), S. 5–13.

Schlagenhauf, Wilfried (2011): Inhalte technischer Bildung. Überlegungen zu ihrer Herkunft, Legitimation und Systematik. In: Wolf Bienhaus (Hg.): Inhaltsfelder und Themen zeitgemäßen Technikunterrichts. 11. Tagung der DGTB vom 25. - 26. September 2009 in Karlsruhe. Freiburg i. Br.: DGTB, S. 19–34.

Schlagenhauf, Wilfried (2013): Methoden des Technikunterrichts - Situationsanalyse und Entwicklungsperspektiven. In: *tu: Zeitschrift für Technik im Unterricht* (147), S. 9-16.

Schmayl, Winfried (1981): Das Experiment im Technikunterricht. Methodologische und didaktische Studien zur Grundlegung einer Unterrichtsmethode. Bad Salzdetfurth: Franzbecker.

Schmayl, Winfried (2002): Bildungsstandards oder Bildungsinhalte? Zur Frage der Inhalte des Technikunterrichts. In: Wolf Bienhaus (Hg.): Technische Bildung für das ganze Leben. 5. Tagung der DGTB vom 27. - 29. September 2001in Bayreuth. Villingen-Schwenningen: Neckar-Verlag, S. 23–39.

Schmayl, Winfried (2013): Didaktik allgemeinbildenden Technikunterrichts. Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren.

Schmayl, Winfried; Wilkening, Fritz (Hg.) (1995): Technikunterricht. 2. Aufl. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Schmid, Ute (2007): Menschliches Problemlösen. Universität Bamberg. Bamberg. Online verfügbar unter http://www.cogsys.wiai.uni-bamberg.de/teachingarchive/ws0607/ s_planning/slides /MenschlichesProblemloesen.pdf, zuletzt geprüft am 24.11.2012.

Schmitz, Hermann (1980): Neue Phänomenologie. Bonn: Bouvier.

Schneewind, Klaus (1983): Autonomes Handeln. In: Günther Bittner (Hg.): Personale Psychologie. Beiträge zur Geschichte, Theorie und Therapie. Göttingen (u. a.): Hogrefe, S. 135–151.

Schön, Donald A. (2011): The reflective practitioner. How professionals think in action. Reprinted. Farnham: Ashgate.

Schulte, Hans (1986): Technik, Arbeitswelt und praktisches Handeln in der Schule. In: *tu: Zeitschrift für Technik im Unterricht* (39), S. 7–11.

Schulz, Walter (1984): Philosophie in der veränderten Welt. Pfullingen: Neske.

Schurz, Gerhard (2002): Erkenntnistheorie. Universität Düsseldorf. Düsseldorf, 17.10.2002. Online verfügbar unter http://www.phil-fak.uni-duesseldorf.de/fileadmin/ Redaktion/ Institute/Philosophie /Theoretische_Philosophie/Schurz/scripts/ErkSkri.pdf, zuletzt geprüft am 01.03.2013.

Sell, Robert; Schimweg, Ralf (2002): Probleme lösen. In komplexen Zusammenhängen denken. 6. Aufl. Berlin (u. a.): Springer.

Simmel, Georg; Cavalli, Alessandro; Krech, Volkhard (1997): Aufsätze und Abhandlungen 1901 bis 1908. 2. Aufl. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Simmel, Georg; Frisby, David; Köhnke, Klaus Christian (1989): Philosophie des Geldes. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Skutsch, Franz; Stowasser, Joseph Maria (1971): Der kleine Stowasser. Lateinisch-deutsches Schulwörterbuch. München: Freytag.

Stadler, Michael; Seeger, Falk (1981): Psychologische Handlungstheorie auf materialistischer Grundlage. In: Hans Lenk (Hg.): Handlungstheorien-interdisziplinär, Bd. 3. München: Fink, S. 191–223.

Stahlberg, Dagmar; Petersen, Lars-Eric; Dauenheimer, Dirk (1997): Der integrative Selbstschemaansatz - Eine erste Bilanz. In: Heinz Mandl (Hg.): Schwerpunktthema Wissen und Handeln. Tagung der Gesellschaft für Psychologie vom 22. bis 26. September 1996 in München. Göttingen (u. a.): Hogrefe, S. 445–450.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2013): Entwicklung der Arbeitslosigkeit. Online verfügbar unter http://www.statistik-bw.de/arbeitsmerwerb/arbeitsmarktbw/ ArbmIII_02.asp, zuletzt aktualisiert am 19.03.2013, zuletzt geprüft am 08.08.2013.

Stegmüller, Wolfgang (1989): Hauptströmungen der Gegenwartsphilosophie. Eine kritische Einführung, Band 1. 7. Aufl. Stuttgart: Kröner.

Stiensmeier-Pelster, Joachim (1994): Attribution und erlernte Hilflosigkeit. In: Friedrich Försterling (Hg.): Attributionstheorie. Grundlagen und Anwendungen. Göttingen: Hogrefe, S. 185 ff.

Storch, Maja; Krause, Frank (2007): Selbstmanagement - ressourcenorientiert. Grundlagen und Trainingsmanual für die Arbeit mit dem Zürcher Ressourcen-Modell. 4. Aufl. Bern: Huber.

Tenberge, Claudia (2002): Persönlichkeitsentwicklung und Sachunterricht. Eine empirische Untersuchung zur Persönlichkeitsentwicklung in handlungsintensiven Lernformen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht der Grundschule. Münster: o. A.

Tondl, Ladislav; Banse, Gerhard; Machleidt, Petr (2003): Technisches Denken und Schlussfolgern. Neun Kapitel einer Philosophie der Technik. Berlin: Edition Sigma.

Tornieporth, Gerda (1981): Unterrichtsbeobachtung im Werkstattunterricht am Beispiel Lehrküche. In: *Didaktik - Arbeit, Technik, Wirtschaf* (4), S. 175–184.

Traebert, Wolf Ekkehard (1988): Zum Verhältnis von Theorie und Praxis im Technikunterricht. In: *tu: Zeitschrift für Technik im Unterricht* (50), S. 5–7.

Trier Center for Digital Humanities (Hg.): Deutsches Wörterbuch von Jacob Grimm und Wilhelm Grimm. Trier. Online verfügbar unter http://www.woerterbuchnetz.de/ DWB?lemma= tagwerken, zuletzt geprüft am 10.09.2013.

Tschamler, Herbert (1996): Wissenschaftstheorie. Eine Einführung für Pädagogen. 3. Aufl. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

Tuchel, Klaus (1967): Herausforderung der Technik. Gesellschaftliche Voraussetzungen und Wirkungen der technischen Entwicklung. Bremen: Schünemann.

Turja, Leena; Paas, Kristi (2011): Frühkindliche Bildung: Sichtweisen von Kindern zu Technik und Technikvermittlung. In: Carmen Ruffer (Hg.): Technikbildung verbessern - von Anfang an. Ausgewählte Forschungsergebnisse des europäischen Projekts UPDATE. Bielefeld: Kompetenzzentrum Technik - Diversity - Chancengleichheit, S. 12–34.

Ulbricht, Max (2011): Regulierung von Nutzerverhalten innerhalb Sozialer Netzwerke - Facebook und die Privatsphäre. In: Hans-Ulrich Heiss (Hg.): Informatik 2011. Informatik schafft Communities. 41. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 4.10. bis 7.10.2011 in Berlin. Bonn: Ges. für Informatik (GI-Edition / Proceedings, 192), zuletzt geprüft am 30.05.2013.

Ullrich, Heinz; Klante, Dieter (1973): Technik im Unterricht der Grundschule. Didaktische Grundlegung, Unterrichtsmodelle, Unterrichtsmaterialien. 2. Aufl. Ravensburg: Maier.

Urban, Jennifer M.; Hoofnagle, Chris Jay; Li, Su (2012): Mobile Phones and Privacy. Berkeley Consumer Privacy Survey. Berkeley. Online verfügbar unter http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2103405.

Urhane, Detlef; Zhou, Ji; Stobbe, Martin; Chao, Sheng-Han; Zhu, Mingjing; Shi, Jiannong (2010): Motivationale und affektive Merkmale unterschätzter Schüler. Ein Beitrag zur diagnostischen Kompetenz von Lehrkräften. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie 24* (3-4), S. 275–288.

van de Kolk, Andreh (1989): Was geht schief bei Gebrauchsanweisungen? In: Piet Westendorp (Hg.): Gebrauchsanweisungen. Dient die Technik den Menschen? Wiesbaden: Forkel, S. 60–66.

van de Water, Ron (1989): Spricht das Gerät für sich? In: Piet Westendorp (Hg.): Gebrauchsanweisungen. Dient die Technik den Menschen? Wiesbaden: Forkel, S. 67–74.

VDI (Hg.) (2007): Bildungsstandards Technik für den mittleren Schulabschluss. Düsseldorf: VDI.

VdS Schadenverhütung GmbH (Hg.) (2010): Außerbetriebnahme von Brandschutzanlagen. Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft. Online verfügbar unter http://www.vds-industrial.de/brandschutz/organisatorischer-brandschutz/ausserbetriebnahme-von-brandschutzanlagen/, zuletzt geprüft am 02.06.2013.

Verband der Netzbetreiber (Hg.) (2006): Technische Richtlinie für die Instandhaltung von Betriebsmitteln und Anlagen in Elektrizitätsversorgungsnetzen. Berlin: o. A.

Virtanen, Sonja; Ikonen, Pasi; Rasinen, Aki (2011): Grundschule/weiterführende Schule: Motivation von Mädchen im Bereich der technischen Bildung. In: Carmen Ruffer (Hg.): Technikbildung verbessern - von Anfang an. Ausgewählte Forschungsergebnisse des europäischen Projekts UPDATE. Bielefeld: Kompetenzzentrum Technik - Diversity - Chancengleichheit, S. 58–69.

Voith Paper Holding GmbH (07.08.2008): Faszination Papier. Einblicke in die Welt der modernen Papierherstellung. Online verfügbar unter http://www.career.voith.de/ ca_media/Fazination-Papier.pdf, zuletzt geprüft am 20.03.2012.

Volpert, Walter (1983): Das Modell der hierarchisch-sequentierten Handlungsorganisation. In: Winfried Hacker (Hg.): Kognitive und motivationale Aspekte der Handlung. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften, S. 39–54.

Vries, Marc de (2006): Two decades of technology education in retrospect. In: Marc de Vries und Ilja Mottier (Hg.): International handbook of technology education. Reviewing the past twenty years. Rotterdam: Sense Publishers, S. 3–10.

Weber, Klaus H. (2006): Inbetriebnahme verfahrenstechnischer Anlagen. Praxishandbuch mit Checklisten und Beispielen. 3. Aufl. Berlin, New York: Springer (VDI).

Weber, Max; Altmann, Salomon Paul; Albrecht, Gerhard (1922): Wirtschaft und Gesellschaft. Bearb. von Max Weber. Tübingen: Mohr.

Weck, Manfred; Brecher, Christian (2005): Werkzeugmaschinen – Maschinenarten und Anwendungsbereiche. 6. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer.

Weeber, Karl-Wilhelm (1990): Smog über Attika. Umweltverhalten im Altertum. Zürich: Artemis.

Weiner, Bernard (1994): Sünde versus Krankheit: Die Entstehung einer Theorie wahrgenommener Verantwortlichkeit. In: Försterling, Friedrich; Stiensmeier-Pelster; Joachim (Hg.): Attributionstheorie. Göttingen (u. a.): Hogrefe, 1994, S. 1-26.

Weinert, Franz E. (1996): Enzyklopädie der Psychologie. Göttingen (u. a.): Hogrefe.

Weingart, Peter (1988): Differenzierung der Technik oder Entdifferenzierung der Kultur. In: Bernward Joerges (Hg.): Technik im Alltag. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, S. 145–164.

Wessels, Bodo (1969): Die Werkerziehung. 2. Aufl. Bad Heilbrunn/Obb: Klinkhardt.

Wiesenfarth, Gerhard (1992): Zum technischen Handeln als Grundbegriff einer Technikdidaktik. In: *tu: Zeitschrift für Technik im Unterricht* (66), S. 31–44.

Wiesenfarth, Gerhard (1993): Zum Verhältnis von Wissen und Handeln. In: *tu: Zeitschrift für Technik im Unterricht* (70), S. 26–33.

Wiesenfarth, Gerhard (1995): Probehandeln als eine Form kindlichen Entwerfens. In: Kornelia Möller und Wolfgang Biester (Hg.): Handeln und Denken im Sachunterricht. Münster: Inst. für Forschung und Lehre für die Primarstufe, Abt. Didaktik des Sachunterrichts, S. 52–71.

Wiesmüller, Christian (1999): Bildungsaspekte im Technischen Museum. Untersuchung zum spezifischen Beitrag dieses außerschulischen Lernorts zur technischen Bildung von Kindern und Jugendlichen im Rahmen einer allgemeinen Bildung. Eichstätt: Diritto.

Wiesmüller, Christian (2002): Bildungsstandards – Notnagel oder Königsweg? In: Wolf Bienhaus (Hg.): Technische Bildung für das ganze Leben. 5. Tagung der DGTB vom 27. - 29. September 2001 in Bayreuth. Villingen-Schwenningen: Neckar-Verlag, S. 175–185.

Wiesmüller, Christian (2006): Schule und Technik. Die Technik im schultheoretischen Denken. Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren.

Wiesmüller, Christian (2012): Technolog. 15. Jahrestagung der DGTB in Wolfsburg, 15.09.2012.

Wilkening, Fritz (1970): Technische Bildung im Werkunterricht. Geschichtliche Entwicklung und gegenwärtige Problematik. Weinheim (u. a.): Beltz.

Wilkening, Fritz (1981): Methoden des Technikunterrichts. Entwicklung und Systematik. In: *Didaktik - Arbeit, Technik, Wirtschaft* 4 (3), S. 139–150.

Wilkening, Fritz; Lindemann, Klaus; Schmayl, Winfried (1977): Unterrichtsverfahren im Lernbereich Arbeit und Technik. Ravensburg: Maier.

Wille, Rudolf (2001): Mensch und Mathematik. Logisches und mathematisches Denken. In: Katja Lengnink, Susanne Prediger und Franziska Siebel (Hg.): Mathematik und Mensch. Sichtweisen der allgemeinen Mathematik. Mühltal: Verlag Allgemeine Wissenschaft, S. 141–160.

Winker, Gabriele (2002): Informationstechnik und Geschlechterhierarchie - eine bewegende Beziehung. Online verfügbar unter http://www.tu-harburg.de/agentec/winker/pdf/ IT_und_Geschlechter hierarchie.pdf, zuletzt aktualisiert am 27.10.2002, zuletzt geprüft am 29.07.2012.

Wittpoth, Jürgen (1999): Die Dinge, das Selbst und der andere. Probleme der Kultivation bei Georg Simmel. In: Urs Fuhrer und Ingrid Josephs (Hg.): Persönliche Objekte, Identität und Entwicklung. Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht, S. 60–82.

Wolffgramm, Horst (2012): Allgemeine Techniklehre. Strukturen und Gesetzmäßigkeiten. Einführung in die Denk- und Arbeitsweisen der allgemeinen Techniklehre. Frankfurt a. d. O.: o. A.

Wunderlich, Dieter (1976): Studien zur Sprechakttheorie. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Zangenmeister, Christof (1977): Zur Methodik systemanalytischer Zielplanung. In: Hans Lenk (Hg.): Handlungstheorien-interdisziplinär. München: Fink, S. 329–366.

Zobel, Dietmar (2009): Systematisches Erfinden. Methoden und Beispiele für den Praktiker. 5. Aufl. Renningen: Expert-Verlag.